

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-149219

(P2000-149219A)

(43) 公開日 平成12年5月30日 (2000.5.30)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

G 1 1 B 5/31

識別記号

F I

G 1 1 B 5/31

テーマコード(参考)

C 5 D 0 3 3

D

F

審査請求 未請求 請求項の数17 OL (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平10-322629

(22) 出願日

平成10年11月12日 (1998. 11. 12)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 佐々木 芳高

東京都中央区日本橋1丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100107559

弁理士 星宮 勝美 (外2名)

Fターム(参考) 5D033 BA07 BA08 BA13 BA36 BA41

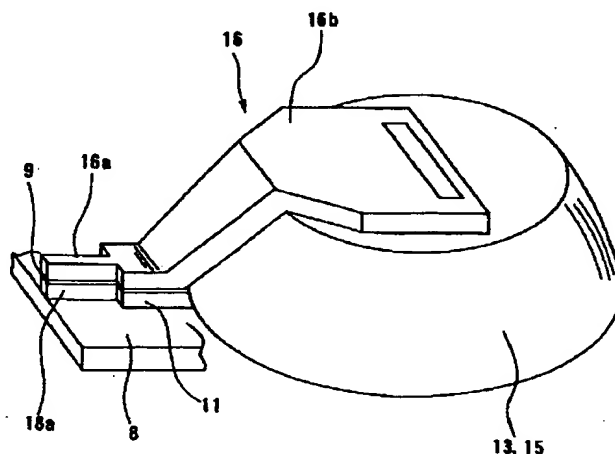
BB43 CA02 CA05 DA02 DA08

(54) 【発明の名称】 薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅の正確な制御と、十分なオーバーライト特性を得ることを可能にすると共に、スロートハイトの正確な制御を可能にする。

【解決手段】 下部磁極層のヨーク部分8の上に、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11とが形成されている。磁極部分18aと絶縁層11の境界によってスロートハイト決定される。また、磁極部分18aと絶縁層11は、記録ギャップ層9側に平坦な面を形成する。上部磁極層16は、記録トラック幅を決定する幅を有する磁極部分16aと、この磁極部分16aに磁氣的に連結され、磁極部分16aよりも大きい幅を有するヨーク部分16bとを含む。磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界は、平坦な記録ギャップ層9の上に配置されている。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する 2 つの磁極部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層からなる第 1 および第 2 の磁性層と、この第 1 および第 2 の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドであって、

前記第 1 の磁性層は、第 1 の磁極部分と、この第 1 の磁極部分に磁気的に連結される第 1 のヨーク部分とを含み、

前記第 2 の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第 2 の磁極部分と、この第 2 の磁極部分に磁気的に連結され、第 2 の磁極部分よりも大きい幅を有する第 2 のヨーク部分とを含み、

更に、前記第 1 の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を備え、

前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域は、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置されていることを特徴とする薄膜磁気ヘッド。

【請求項 2】 前記第 2 のヨーク部分の第 2 の磁極部分側の端縁は、第 2 の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がっていることを特徴とする請求項 1 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 3】 前記所定の角度は、実質的に  $90^\circ$  であることを特徴とする請求項 2 記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 4】 前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域は、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層との境界領域に対応する位置に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 5】 前記第 1 の磁極部分と第 1 のヨーク部分は、別個の層からなることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 6】 前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分は、一つの層からなることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 7】 前記薄膜コイルは、前記ギャップ層と前記第 2 のヨーク部分との間に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 8】 前記薄膜コイルは、前記ギャップ層と前記第 1 のヨーク部分との間と前記ギャップ層と前記第 2 のヨーク部分との間に分割されて配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッド。

【請求項 9】 磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する 2 つの磁極

2

部分を含み、それぞれ少なくとも 1 つの層からなる第 1 および第 2 の磁性層と、この第 1 および第 2 の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、

第 1 の磁極部分と、この第 1 の磁極部分に磁気的に連結される第 1 のヨーク部分とを含む第 1 の磁性層を形成すると共に、前記第 1 の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を形成する第 1 の工程と、

前記第 1 の磁極部分および前記絶縁層の上に、ギャップ層を形成する第 2 の工程と、

少なくとも一部が前記ギャップ層の上に配置されるように薄膜コイルを形成する第 3 の工程と、

前記ギャップ層および薄膜コイルの上に、第 2 の磁性層を形成する第 4 の工程とを含み、

前記第 2 の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第 2 の磁極部分と、この第 2 の磁極部分に磁気的に連結され、第 2 の磁極部分よりも大きい幅を有する第 2 のヨーク部分とを含み、

前記第 4 の工程では、前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域を、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置することを特徴とする薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 10】 前記第 4 の工程では、前記第 2 のヨーク部分の第 2 の磁極部分側の端縁が、第 2 の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がるように、第 2 の磁性層を形成することを特徴とする請求項 9 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 11】 前記所定の角度を、実質的に  $90^\circ$  とすることを特徴とする請求項 10 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 12】 前記第 4 の工程では、前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分との境界領域を、前記第 1 の磁極部分と前記絶縁層との境界領域に対応する位置に配置することを特徴とする請求項 9 ないし 11 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 13】 前記第 1 の工程では、前記第 1 の磁極部分と第 1 のヨーク部分を、別個の層によって形成することを特徴とする請求項 9 ないし 12 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 14】 前記第 4 の工程では、前記第 2 の磁極部分と第 2 のヨーク部分を、一つの層によって形成することを特徴とする請求項 9 ないし 13 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 15】 前記第 3 の工程では、前記薄膜コイルを、前記ギャップ層と前記第 2 のヨーク部分との間に配置することを特徴とする請求項 9 ないし 14 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項 16】 前記第 3 の工程では、前記薄膜コイル

3

を、前記ギャップ層と前記第1のヨーク部分との間と前記ギャップ層と前記第2のヨーク部分との間に分割して配置することを特徴とする請求項9ないし14のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【請求項17】 前記第1の工程では、第1の磁性層を形成した後に、絶縁層を形成し、その後、第1の磁性層および絶縁層の上面を平坦化処理することを特徴とする請求項9ないし16のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、少なくとも書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、ハードディスク装置の面記録密度の向上に伴って、薄膜磁気ヘッドの性能向上が求められている。薄膜磁気ヘッドとしては、書き込み用の誘導型磁気変換素子を有する記録ヘッドと読み出し用の磁気抵抗（以下、MR (Magnetoresistive) と記す。）素子を有する再生ヘッドとを積層した構造の複合型薄膜磁気ヘッドが広く用いられている。MR素子としては、異方性磁気抵抗（以下、AMR (Anisotropic Magnetoresistive) と記す。）効果を用いたAMR素子と、巨大磁気抵抗（以下、GMR (Giant Magnetoresistive) と記す。）効果を用いたGMR素子とがある。AMR素子を用いた再生ヘッドはAMRヘッドあるいは単にMRヘッドと呼ばれ、GMR素子を用いた再生ヘッドはGMRヘッドと呼ばれる。AMRヘッドは、面記録密度が1ギガビット／（インチ）<sup>2</sup>を超える再生ヘッドとして利用され、GMRヘッドは、面記録密度が3ギガビット／（インチ）<sup>2</sup>を超える再生ヘッドとして利用されている。

【0003】再生ヘッドの性能を向上させる方法としては、MR膜をAMR膜からGMR膜等の磁気抵抗感度の優れた材料あるいは構造に変える方法や、MR膜のMRハイトを最適化する方法等がある。このMRハイトとは、MR素子のエアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいい、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御されるものである。なお、ここにいうエアベアリング面は、薄膜磁気ヘッドの、磁気記録媒体と対向する面であり、トラック面とも呼ばれる。

【0004】一方、再生ヘッドの性能向上に伴って、記録ヘッドの性能向上も求められている。記録ヘッドの性能を決定する要因としては、スロートハイト (Throat Height : TH) がある。スロートハイトは、2つの磁極層が記録ギャップ層を介して対向する部分の、エアベアリング面側の端部から反対側の端部までの長さ（高さ）をいう。記録ヘッドの性能向上のためには、スロートハイ

4

トの縮小化が望まれている。このスロートハイトも、エアベアリング面の加工の際の研磨量によって制御される。

【0005】記録ヘッドの性能のうち、記録密度を高めるには、磁気記録媒体におけるトラック密度を上げる必要がある。このためには、記録ギャップ層を挟んでその上下に形成された下部磁極および上部磁極のエアベアリング面での幅を数ミクロンからサブミクロンオーダーまで狭くした狭トラック構造の記録ヘッドを実現する必要がある。これを達成するために半導体加工技術が利用されている。

【0006】ここで、図13ないし図18を参照して、従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例として、複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法の一例について説明する。なお、図13ないし図18において、(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0007】この製造方法では、まず、図13に示したように、例えばアルティック ( $Al_2O_3 \cdot TiC$ ) よりなる基板101の上に、例えばアルミナ ( $Al_2O_3$ ) よりなる絶縁層102を、約5 $\mu m$ 程度の厚みで堆積する。次に、絶縁層102の上に、磁性材料よりなる再生ヘッド用の下部シールド層103を、2~3 $\mu m$ の厚みに形成する。

【0008】次に、図14に示したように、下部シールド層103の上に、例えばアルミナを70~100nmの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜104を形成する。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、再生用のMR素子105を形成するためのMR膜を、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜の上に、MR素子105を形成すべき位置に選択的にフォトレジストパターンを形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるような形状、例えば断面形状がT型のフォトレジストパターンを形成する。次に、フォトレジストパターンをマスクとして、例えばイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子105を形成する。なお、MR素子105は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。次に、下部シールドギャップ膜104の上に、同じフォトレジストパターンをマスクとして、MR素子105に電氣的に接続される一対の電極層106を、数十nmの厚みに形成する。

【0009】次に、下部シールドギャップ膜104およびMR素子105の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜107を、70~100nmの厚みに形成し、MR素子105をシールドギャップ膜104、107内に埋設する。

【0010】次に、図15に示したように、上部シールドギャップ膜107の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼

5

下部磁極層（以下、下部磁極層と記す。）108を、約3～3.5 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、下部磁極層108の上に、絶縁膜、例えばアルミナ膜よりなる記録ギャップ層109を、0.2～0.3 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0011】次に、図16に示したように、磁路形成のために、記録ギャップ層109を部分的にエッチングして、コンタクトホール119を形成する。次に、記録ギャップ層109の上に、スロートハイトを決定するフォトレジスト層110を、約2 $\mu\text{m}$ の厚みで、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層110の上に、誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル112を、約2 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0012】次に、図17に示したように、フォトレジスト層110およびコイル112の上に、フォトレジスト層113を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層113の上に、第2層目の薄膜コイル114を、約2 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、フォトレジスト層113およびコイル114の上に、フォトレジスト層115を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層115上を平坦化するために、約250 $^{\circ}\text{C}$ の温度で熱処理する。

【0013】ここで、コイル112、114とフォトレジスト層110、113、115で形成される山状に盛り上がった部分をエイベックス部という。また、このエイベックス部のエアベアリング面側の傾きをエイベックスアングルという。エイベックスアングルは、一般的に、45 $^{\circ}$ ～55 $^{\circ}$ 程度である。エイベックス部の上に、上部磁極層を形成することにより、記録トラックの形成が可能となる。

【0014】次に、図18に示したように、記録ギャップ層109、フォトレジスト層113、115の上に、記録ヘッド用の磁性材料、例えば高飽和磁束密度材のパーマロイ（NiFe）またはFeNよりなる上部磁極層116を、約0.5～1.0 $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。この上部磁極層116は、コンタクトホール119を介して、下部磁極層108と接触し、磁氣的に連結している。

【0015】次に、上部磁極層116をマスクとして、例えばイオンミリングによって、記録ギャップ層109と下部磁極層108の一部をエッチングする。次に、上部磁極層116の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層117を形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの機械加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、薄膜磁気ヘッドが完成する。図18（b）に示したように、上部磁極層116、記録ギャップ層109および下部磁極層108の一部の各側壁が垂直に自己整合的に形成された構造は、トリム（Trim）構造と呼ばれる。このトリム構造によ

6

ば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。

【0016】図19は、上述のようにして製造された薄膜磁気ヘッドの平面図である。なお、図19では、オーバーコート層117を省略している。図19に示したように、上部磁極層116は、エアベアリング面120側に配置される磁極部分116aと、コイル112、114に対向する位置に配置されるヨーク部分116bとを有している。磁極部分116aの幅は、記録トラック幅を決定する。ヨーク部分116bにおける磁極部分116a側の一部は、磁極部分116a側ほど細くなるテーパ状に形成されている。このテーパ状の部分の外縁は、エアベアリング面120と平行な面に対して例えば45 $^{\circ}$ をなしている。図中、符号108aは、トリム構造とするために下部磁極層108がエッチングされている部分を表している。

【0017】なお、以下の説明では、スロートハイトを決定する絶縁層のエアベアリング面側の端部の位置をスロートハイトゼロ位置と呼び、符号TH0で表す。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】近年、高い面密度記録を可能とするために、記録トラック幅、すなわち磁極部分の幅（以下、磁極幅と言う。）を小さくすることが要求されており、例えば0.5 $\mu\text{m}$ のようなサブミクロンオーダあるいはそれ以下の幅が望まれている。このような狭い磁極幅を実現するための技術として、従来より、上部磁極層を、磁極部分とヨーク部分に分割して形成するという技術がある。

【0019】ところで、上部磁極層を形成する方法としては、例えば、特開平7-262519号公報に示されるように、フレームめっき法が用いられる。フレームめっき法を用いて上部磁極層を形成する場合は、まず、山状に盛り上がったコイル部分であるエイベックス部の上に全体的に、例えばパーマロイよりなる薄い電極膜を、例えばスパッタリングによって形成する。次に、その上にフォトレジストを塗布し、フォトリソグラフィ工程によりパターンニングして、めっきのためのフレーム（外枠）を形成する。そして、先に形成した電極膜をシード層として、めっき法によって上部磁極層を形成する。

【0020】ところが、エイベックス部と他の部分とでは、例えば7～10 $\mu\text{m}$ 以上の高低差がある。このエイベックス部上に、フォトレジストを3～4 $\mu\text{m}$ の厚みで塗布する。エイベックス部上のフォトレジストの膜厚が最低3 $\mu\text{m}$ 以上必要であるとする、流動性のあるフォトレジストは低い方に集まることから、エイベックス部の下方では、例えば8～10 $\mu\text{m}$ 以上の厚みのフォトレジスト膜が形成される。

【0021】上述のようにサブミクロンオーダの記録トラック幅を実現するには、フォトレジスト膜によってサブミクロンオーダの幅のフレームパターンを形成する必

7

要がある。上部磁極層を、磁極部分とヨーク部分に分割して形成する場合でも、記録トラック幅がサブミクロンオーダになると、磁極部分だけでなくヨーク部分もサブミクロンオーダで形成することが必要になる。従って、エイベックス部上で、 $8 \sim 10 \mu\text{m}$ 以上の厚みのあるフォトレジスト膜によって、サブミクロンオーダの微細なパターンを形成しなければならない。ところが、このような厚い膜厚のフォトレジストパターンを狭パターン幅で形成することは製造工程上極めて困難であった。

【0022】しかも、フォトリソグラフィの露光時に、露光用の光が、シード層としての下地電極膜で反射し、この反射光によってもフォトレジストが感光して、フォトレジストパターンのくずれ等が生じ、シャープかつ正確なフォトレジストパターンが得られなくなる。

【0023】このように、従来は、磁極幅がサブミクロンオーダになると、上部磁性層を精度よく形成することが困難になるという問題点があった。また、上部磁極層を、磁極部分とヨーク部分に分割して形成する場合でも、磁極部分に対応する位置に、精度よくヨーク部分を形成することが困難になるという問題点があった。

【0024】例えば、 $5 \sim 10 \text{ GB/inch}^2$ の高い面記録密度を有するような薄膜磁気ヘッドに対しては、スロートハイトが $0.6 \sim 0.9 \mu\text{m}$ で、記録トラック幅が $0.7 \sim 1.0 \mu\text{m}$ （実効磁気トラック幅が $0.8 \sim 1.2 \mu\text{m}$ ）というような仕様が要求される。しかし、従来技術では、上述の理由により、磁極幅を、 $0.7 \sim 1.0 \mu\text{m}$ （実効磁気トラック幅が $0.8 \sim 1.2 \mu\text{m}$ ）になるように制御することが困難であった。

【0025】また、従来は、図19に示したように、上部磁極層116の磁極部分116aとヨーク部分116bとの境界領域、すなわち上部磁極層116の幅が変化する部分を、スロートハイトゼロ位置TH0よりもエイベックス部側に配置していた。これは、エイベックス部の斜面上には、幅の広いヨーク部分116bを形成するのが困難だからである。以下、その理由について説明する。もし、エイベックス部の斜面上に、記録トラック幅よりも大きい幅のヨーク部分116bを形成すると、上部磁極層116の幅を、エイベックス部の根元の位置で、急に、ヨーク部分116bにおける広い幅から、サブミクロンオーダの記録トラック幅と同じ幅へ変化させなければならない。しかし、フォトリソグラフィを用いて上部磁極層116を形成する場合、このように幅を変えることは不可能であった。それは、フォトリソグラフィの露光時に、エイベックス部の斜面からの反射光によって、エイベックス部の根元の位置で、正確なフォトレジストパターンを得ることができないからである。従来は、エイベックス部の根元の位置がスロートハイトゼロ位置TH0であるため、スロートハイトゼロ位置TH0で、上部磁極層116の幅を急に变化させることができ

8

ないということになる。磁極部分116aの幅を正確に制御できるのは、スロートハイトゼロ位置TH0よりも、エアベアリング面120側へ $1 \sim 2 \mu\text{m}$ 以上先の位置からである。

【0026】そのため、従来は、スロートハイトが長くなり、記録媒体上に既書き込んである上からさらにデータを重ね書きする場合の特性であるオーバーライト特性や、非線形トランジションシフト（NLTS）や、磁界の立ち上がりの時間を表すフラックスライズタイムと言われる書き込み特性を改善できないという問題点があった。

【0027】また、従来は、上部磁極層116の磁極部分116aとヨーク部分116bとの境界領域を、スロートハイトゼロ位置TH0よりもエイベックス部側に配置するので、スロートハイトゼロ位置TH0の近傍で、上部磁極層116として十分な体積が得られず、スロートハイトゼロ位置TH0の近傍で磁束が飽和してしまい、磁束が磁極部分の先端まで十分に到達することができなくなる現象が発生していた。その結果、例えば $0.8 \mu\text{m}$ の記録トラック幅（実効トラック幅が $1.0 \mu\text{m}$ ）では、オーバーライト特性を示す値が $15 \sim 20 \text{ dB}$ 程度と低い値となり、十分なオーバーライト特性を確保することができないという問題点があった。なお、オーバーライト特性としては、 $25 \sim 35 \text{ dB}$ 程度が必要である。

【0028】また、従来の薄膜磁気ヘッドでは、スロートハイトを決定しているのは、コイルを囲うフォトレジスト層であるが、このフォトレジスト層は、同一のウェハ内に形成される複数のヘッド素子において、正確に且つ均一にパターン配列がなされていない。その最大の理由は、このフォトレジスト層が熱処理の際に膨張したり、コイルのシード層をイオンミリングによってエッチングする際、スロートハイトを決めているフォトレジスト層まで一緒にエッチングされてしまうため、一列に配列された複数のヘッド素子について、スロートハイトを決めるフォトレジスト層の端部の位置を揃えることが困難だったためである。一列に配列された複数のヘッド素子間におけるパターンの整列誤差は、多いときには $0.2 \sim 0.5 \mu\text{m}$ も発生する。

【0029】そのため、従来は、サブミクロンオーダのスロートハイトが要求された場合には、ウェハより切り出され複数のヘッド素子が一列に配列されたバーに対してエアベアリング面の研磨加工を行う際に、ヘッド素子間でのスロートハイトの不均一性により多くの歩留り損が発生するという問題点があった。

【0030】なお、特開平8-877174号公報には、記録トラックの高密度化の手段として、コイルが形成される絶縁層の先端を、スロートハイトゼロ位置から後方ギャップ（上下の磁極層が接触する部分）に向けて少なくとも $3 \mu\text{m}$ 離れた位置に配置したり、コイルの開

9

始位置をスロートハイトゼロ位置から $10\mu\text{m}$ 以上離して配置した薄膜磁気ヘッドが提案されている。しかしながら、このような構造では、磁路長が長くなり、記録情報の周波数が高い場合に、十分な記録磁界の強度や立ち上がりの時間勾配を得ることができず、薄膜磁気ヘッドの特性が劣化するという問題点がある。

【0031】本発明はかかる問題点に鑑みてなされたもので、その目的は、磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅の正確な制御と、十分なオーバーライト特性を得ることを可能にすると共に、スロートハイトの正確な制御を可能にした薄膜磁気ヘッドおよびその製造方法を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】本発明の薄膜磁気ヘッドは、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する2つの磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、この第1および第2の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドであって、第1の磁性層は、第1の磁極部分と、この第1の磁極部分に磁気的に連結される第1のヨーク部分とを含み、第2の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第2の磁極部分と、この第2の磁極部分に磁気的に連結され、第2の磁極部分よりも大きい幅を有する第2のヨーク部分とを含み、更に、第1の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を備え、第2の磁極部分と第2のヨーク部分との境界領域は、第1の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置されているものである。なお、本出願において、境界領域とは、2つの部分の境を示す領域を言い、2つの部分の境を示す線または断面のみならず、例えば一方の部分から他方の部分へ徐々に変化する場合において、その変化する領域を示す場合のように、ある程度の広がりを持つ領域も含む。

【0033】本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法は、磁気的に連結され、且つ記録媒体に対向する側の一部がギャップ層を介して対向する2つの磁極部分を含み、それぞれ少なくとも1つの層からなる第1および第2の磁性層と、この第1および第2の磁性層の間に絶縁された状態で配設された薄膜コイルとを有する書き込み用の誘導型磁気変換素子を備えた薄膜磁気ヘッドの製造方法であって、第1の磁極部分と、この第1の磁極部分に磁気的に連結される第1のヨーク部分とを含む第1の磁性層を形成すると共に、第1の磁極部分に接してスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成する絶縁層を形成する第1の工程と、第1の磁極部分および絶縁層の上に、ギャップ層を形成する第2の工程と、少なくとも一部がギャップ層の上に配置されるように薄

10

膜コイルを形成する第3の工程と、ギャップ層および薄膜コイルの上に、第2の磁性層を形成する第4の工程とを含み、第2の磁性層は、記録トラック幅を決定する幅を有する第2の磁極部分と、この第2の磁極部分に磁気的に連結され、第2の磁極部分よりも大きい幅を有する第2のヨーク部分とを含み、第4の工程では、第2の磁極部分と第2のヨーク部分との境界領域を、第1の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置するものである。

【0034】本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、第1の磁性層の第1の磁極部分と絶縁層とによって、スロートハイトが決定されると共に、ギャップ層側に平坦な面が形成される。そして、記録トラック幅を決定する幅を有する第2の磁極部分と、第2の磁極部分よりも大きい幅を有する第2のヨーク部分との境界領域が、第1の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置される。

【0035】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第2のヨーク部分の第2の磁極部分側の端縁が、第2の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がるようにする。所定の角度は、実質的に $90^\circ$ であることが好ましい。

【0036】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第2の磁極部分と第2のヨーク部分との境界領域を、第1の磁極部分と絶縁層との境界領域に対応する位置に配置する。

【0037】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第1の磁極部分と第1のヨーク部分を、別個の層によって形成する。

【0038】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、第2の磁極部分と第2のヨーク部分を、一つの層によって形成する。

【0039】また、本発明の薄膜磁気ヘッドまたはその製造方法では、例えば、薄膜コイルを、ギャップ層と第2のヨーク部分との間に配置してもよいし、ギャップ層と第1のヨーク部分との間とギャップ層と第2のヨーク部分との間に分割して配置してもよい。

【0040】また、本発明の薄膜磁気ヘッドの製造方法では、例えば、第1の工程では、第1の磁性層を形成した後、絶縁層を形成し、その後、第1の磁性層および絶縁層の上面を平坦化処理する。

【0041】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【本発明の第1の実施の形態】まず、図1ないし図8を参照して、本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法としての複合型薄膜磁気ヘッドの製造方法について説明する。なお、図1ないし図6において、

(a)はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b)

は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示してい

11

る。

【0042】本実施の形態に係る製造方法では、まず、図1に示したように、例えばアルティック ( $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot \text{TiC}$ ) よりなる基板1の上に、例えばアルミナ ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) よりなる絶縁層2を、約5  $\mu\text{m}$ の厚みで堆積する。次に、絶縁層2の上に、磁性材料、例えばパーマロイよりなる再生ヘッド用の下部シールド層3を、約3  $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。下部シールド層3は、例えば、フォトレジスト膜をマスクにして、めっき法によって、絶縁層2の上に選択的に形成する。次に、図示しない

が、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層を、例えば4~6  $\mu\text{m}$ の厚みに形成し、例えばCMP (化学機械研磨) によって、下部シールド層3が露出するまで研磨して、表面を平坦化する。

【0043】次に、図2に示したように、下部シールド層3の上に、例えばアルミナまたは窒化アルミニウムを70~100 nmの厚みにスパッタ堆積し、絶縁層としての下部シールドギャップ膜4を形成する。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、再生用のMR素子5を形成するためのMR膜を、数十nmの厚みに形成する。次に、このMR膜の上に、MR素子5を形成すべき位置に選択的にフォトレジストパターンを形成する。このとき、リフトオフを容易に行うことができるような形状、例えば断面形状がT型のフォトレジストパターンを形成する。次に、フォトレジストパターンをマスクとして、例えばイオンミリングによってMR膜をエッチングして、MR素子5を形成する。なお、MR素子5は、GMR素子でもよいし、AMR素子でもよい。次に、下部シールドギャップ膜4の上に、同じフォトレジストパターンをマスクとして、MR素子5に電氣的に接続される一対の電極層6を、数十nmの厚みに形成する。次に、下部シールドギャップ膜4およびMR素子5の上に、絶縁層としての上部シールドギャップ膜7を、70~100 nmの厚みに形成し、MR素子5をシールドギャップ膜4、7内に埋設する。次に、上部シールドギャップ膜7の上に、磁性材料からなり、再生ヘッドと記録ヘッドの双方に用いられる上部シールド層兼下部磁極層 (以下、下部磁極層と記す。) のヨーク部分8を、約1.0~1.5  $\mu\text{m}$ の厚みで、選択的に形成する。

【0044】次に、図3に示したように、ヨーク部分8の上に、磁性材料により、下部磁極層の磁極部分18aと、磁路形成のための磁性層18bを、2.0~2.5  $\mu\text{m}$ の厚みで、選択的に形成する。磁極部分18は、エアベアリング面とは反対側の端部の位置が、MR素子5のエアベアリング面とは反対側の端部の位置の近傍にくるように形成する。磁極部分18aと磁性層18bは、NiFe (Ni:80重量%, Fe:20重量%) や、高飽和磁束密度材料であるNiFe (Ni:45重量%, Fe:55重量%) の材料を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFe

12

N, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。

【0045】次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層11を、約3~4  $\mu\text{m}$ の厚みで形成する。次に、例えばCMPによって、磁極部分18aと磁性層18bが露出するまで、絶縁層11を研磨して、表面を平坦化する。本実施の形態では、磁極部分18aと絶縁層11との境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置TH0となる。

【0046】次に、図4に示したように、絶縁層11、磁極部分18aおよび磁性層18bの上に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層9を、0.2~0.3  $\mu\text{m}$ の厚みで形成する。記録ギャップ層9に使用する絶縁材料としては、一般的に、アルミナ、窒化アルミニウム、シリコン酸化物系材料、シリコン窒化物系材料がある。

【0047】次に、磁路形成のために、磁性層18bの上の部分において、記録ギャップ層9を部分的にエッチングしてコンタクトホール19を形成する。

【0048】次に、絶縁層11の上の部分において、記録ギャップ層9の上に、誘導型の記録ヘッド用の第1層目の薄膜コイル12を、1.5~2.0  $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。

【0049】次に、図5に示したように、記録ギャップ層9およびコイル12の上に、フォトレジスト層13を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層13の上を平坦化するために、例えば250°Cの温度で熱処理する。次に、フォトレジスト層13の上に、第2層目の薄膜コイル14を、例えば1.5~2.0  $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。次に、フォトレジスト層13およびコイル14の上に、フォトレジスト層15を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層15の上を平坦化するために、例えば250°Cの温度で熱処理する。

【0050】次に、図6に示したように、記録ギャップ層9、フォトレジスト層13、15の上に、記録ヘッド用の磁性材料からなる上部磁極層16を、例えば約2~4  $\mu\text{m}$ の厚みに形成する。この上部磁極層16は、コンタクトホール19を介して磁性層18bと接触し、磁氣的に連結している。上部磁極層16は、NiFe (Ni:80重量%, Fe:20重量%) や、高飽和磁束密度材料であるNiFe (Ni:45重量%, Fe:55重量%) の材料を用い、めっき法によって形成してもよいし、高飽和磁束密度材料であるFeN, FeZrN等の材料を用い、スパッタによって形成してもよい。この他にも、高飽和磁束密度材料であるCoFe, Co系アモルファス材等を用いてもよい。また、高周波特性の改善のため、上部磁極層16を、無機系の絶縁膜とパーマロイ等の磁性層とを何層にも重ね合わせた構造としてもよい。

50



13

【0051】次に、上部磁極層16をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層9を選択的にエッチングする。このときのドライエッチングには、例えば、 $\text{BCl}_2$ 、 $\text{Cl}_2$ 、 $\text{CF}_4$ 、 $\text{SH}_6$ 等のガスを用いた反応性イオンエッチング(RIE)が用いられる。次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層の磁極部分18aを選択的に約0.3~0.6 $\mu\text{m}$ 程度エッチングして、図6(b)に示したようなトリム構造とする。このトリム構造によれば、狭トラックの書き込み時に発生する磁束の広がりによる実効トラック幅の増加を防止することができる。次に、上部磁極層16の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層17を、20~40 $\mu\text{m}$ の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0052】本実施の形態では、下部磁極層(8, 18a)が、本発明における第1の磁性層に対応し、上部磁極層16が、本発明における第2の磁性層に対応する。

【0053】図7は、上述のようにして製造された本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図、図8は、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。いずれの図でも、オーバーコート層17は省略している。なお、図7において、図中、符号18Aは、トリム構造とするために下部磁極層の磁極部分18aがエッチングされている部分を表している。

【0054】図7および図8に示したように、上部磁極層16は、エアベアリング面20側に配置される磁極部分16aと、コイル12, 14に対向する位置に配置されるヨーク部分16bとを有している。磁極部分16aの幅は、記録トラック幅を決定する。ヨーク部分16bの幅は、磁極部分16aの幅よりも大きくなっている。ヨーク部分16bにおける磁極部分16a側の一部は、磁極部分16a側ほど細くなるテーパ状に形成されている。

【0055】本実施の形態では、下部磁極層の磁極部分18aとこれに接する絶縁層11は、記録ギャップ層9側に平坦な面を形成する。また、磁極部分18aと絶縁層11との境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置TH0となる。また、本実施の形態では、コイル12, 14を絶縁するためのフォトレジスト層13, 15によって形成されるエイベックス部の根元は、スロートハイトゼロ位置TH0よりも、エアベアリング面20とは反対側に、例えば2~3 $\mu\text{m}$ 離れた位置に配置されている。

【0056】上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域は、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11によって形成される平坦な面に対向する位置、すなわち平坦な記録ギャップ層9の上に配置され

14

ている。本実施の形態では、特に、上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域は、下部磁極層の磁極部分18aと絶縁層11との境界領域に対応する位置、すなわちスロートハイトゼロ位置TH0に配置されている。

【0057】また、本実施の形態では、上部磁極層16のヨーク部分16bの磁極部分16a側の端縁は、磁極部分16aの端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がっている。所定の角度は、実質的に90°であるのが好ましい。ここで、「実質的に90°」というのは、上部磁極層16のパターニングの際の設計値が90°という意味であり、フォトレジストパターンのくずれ等により90°から多少ずれた場合も含む。

【0058】このように、本実施の形態では、上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域が平坦な面の上に配置されるので、記録トラック幅を決める磁極部分16aを精度よく形成することができる。また、上部磁極層16の磁極部分16aとヨーク部分16bとの境界領域の位置が、エイベックス部の根元から2~3 $\mu\text{m}$ 程度離れているので、磁極部分16aを形成するためのフォトレジストパターンに対する、フォトリソグラフィ工程におけるエイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光の影響も少なくなり、この点からも、磁極部分16aを精度よく形成することが可能となる。従って、本実施の形態によれば、記録トラック幅がサブミクロンオーダーあるいはそれ以下に小さくなくても、磁極幅の正確な制御が可能となる。

【0059】また、本実施の形態では、上部磁極層16のヨーク部分16bの磁極部分16a側の端縁は、磁極部分16aの端縁に対して、所定の角度、好ましくは90°をなして、幅方向外側へ広がっている。これにより、本実施の形態によれば、磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅のより正確な制御が可能となる。その理由を、以下で説明する。

【0060】上部磁極層16を形成する際には、フォトリソグラフィ工程によって、マスクを用いてフォトレジストを選択的に露光してパターニングする。その場合、従来は、エイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光が問題となっていた。本実施の形態では、スロートハイトゼロ位置TH0の近傍において、端縁が幅方向外側に広がるように、上部磁極層16を形成する。そのため、エイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光の大部分は、幅方向外側に広がる端縁の位置から、磁極部分16aを形成するための領域へ到達しなくなり、エイベックス部からの斜め方向および横方向の反射光が磁極部分16aを形成するための領域に与える影響を低減できる。その結果、磁極部分16aを形成するための領域におけるフォトレジストパターンの幅が広がるのを抑制することができる。

【0061】このようにして、本実施の形態によれば、



15

磁極幅を小さくした場合においても、一定の幅を有する磁極部分 16 a を精度よく形成することができる。

【0062】また、本実施の形態では、スロートハイトは、コイルを囲うフォトレジスト層ではなく、下部磁極層の磁極部分 18 a とアルミナ等を用いた絶縁層 11 との境界領域で決まる。磁極部分 18 a は、例えばめっき法によるパターニングにより正確に形成することができる。従って、ウェハ内で一列に配列された複数のヘッド素子について、スロートハイトを均一にすることができる。また、コイルを絶縁するためのフォトレジスト層の熱処理の際に、磁極部分 18 a は膨張することがない。更に、磁極部分 18 a は絶縁層 11 によって周囲が囲われているので、コイルのシード層をイオンミリングによってエッチングする際に、磁極部分 18 a が変形することもない。従って、磁極部分 18 a と絶縁層 11 との境界領域の位置が変動することがない。このように本実施の形態によれば、サブミクロンオーダあるいはそれ以下のオーダのスロートハイトが要求された場合でも、スロートハイトを均一に精度よく形成することが可能となり、製品の歩留りを向上させることができる。

【0063】また、本実施の形態によれば、上部磁極層 16 の磁極部分 16 a とヨーク部分 16 b との境界領域をスロートハイトゼロ位置 TH0 に配置したので、スロートハイトゼロ位置 TH0 の近傍における磁性層の体積を大きくことができ、スロートハイトゼロ位置 TH0 の近傍における磁束の飽和を防止することが可能となる。そのため、本実施の形態によれば、磁極幅を小さくした場合においても十分なオーバーライト特性を得ることができる。特に、上部磁極層 16 の磁極部分 16 a と下部磁極層の磁極部分 18 a を高飽和磁束密度材を用いて形成することにより、磁束が途中で飽和することなく、有効に磁極部分に到達することになり、起磁力の損失の少ない効率的な記録ヘッドを実現することができる。

【0064】また、本実施の形態によれば、1つの層で微細な上部磁極層 16 を形成することができるので、製造コストを低減することができる。

【0065】また、本実施の形態によれば、コイル 12、14 と下部磁極層のヨーク部分 8 との間に、薄く且つ十分な絶縁耐圧が得られる無機系の絶縁層 11 が設けられているので、コイル 12、14 と下部磁極層との間の絶縁性を向上させることができ、歩留りを向上させることができると共に、コイル 12、14 からの磁束の漏れを低減することができる。

【0066】ところで、従来は、コイルの下側に配置されてスロートハイトを決定するフォトレジストパターンの傾斜部の存在によって、コイルの外周端とスロートハイトゼロ位置との間の距離が大きくなっていた。これに対して、本実施の形態によれば、コイル 12 が、平坦な記録ギャップ層 9 の上に形成されているので、上述のよ

16

うにコイルの外周端とスロートハイトゼロ位置との間の距離が大きくなることがない。そのため、本実施の形態によれば、磁路長を短くすることができ、コイルの下側に、スロートハイトを決定するフォトレジストパターンが存在する場合に比べて、例えば 20% 程度、磁路長を短くすることが可能となる。その結果、高周波特性を向上させることが可能となる。

【0067】〔本発明の第 2 の実施の形態〕次に、図 9 ないし図 12 を参照して、本発明の第 2 の実施の形態について説明する。なお、図 9 ないし図 12 において、

(a) はエアベアリング面に垂直な断面を示し、(b) は磁極部分のエアベアリング面に平行な断面を示している。

【0068】本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法では、図 9 に示したように、下部磁極層のヨーク部分 8 の形成までの工程は、第 1 の実施の形態と同様である。本実施の形態では、その後、図 10 に示したように、ヨーク部分 8 の上に、磁性材料により、下部磁極層の磁極部分 18 a と、磁路形成のための磁性層 18 b を、2.0 ~ 2.5  $\mu\text{m}$  の厚みで、選択的に形成する。

【0069】次に、ヨーク部分 8 の上に、例えばアルミナよりなる絶縁層 11 a を、約 0.3 ~ 0.7  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。次に、絶縁層 11 a の上に、第 1 層目の薄膜コイル 12 を、1.5 ~ 2.0  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。次に、全体に、例えばアルミナよりなる絶縁層 11 を、約 3 ~ 5  $\mu\text{m}$  の厚みで形成する。次に、例えば CMP によって、磁極部分 18 a と磁性層 18 b が露出するまで、絶縁層 11 を研磨して、表面を平坦化する。本実施の形態では、磁極部分 18 a と絶縁層 11 a との境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置 TH0 となる。

【0070】次に、図 11 に示したように、絶縁層 11、磁極部分 18 a および磁性層 18 b の上に、絶縁材料よりなる記録ギャップ層 9 を、0.2 ~ 0.3  $\mu\text{m}$  の厚みで形成する。次に、磁路形成のために、磁性層 18 b の上の部分において、記録ギャップ層 9 を部分的にエッチングしてコンタクトホール 19 を形成する。次に、記録ギャップ層 9 の上に、第 2 層目の薄膜コイル 14 を、例えば 1.5 ~ 2.0  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。

【0071】次に、図 12 に示したように、記録ギャップ層 9 およびコイル 14 の上に、フォトレジスト層 15 を、所定のパターンに形成する。次に、フォトレジスト層 15 の上を平坦化するために、例えば 250 °C の温度で熱処理する。

【0072】次に、記録ギャップ層 9、フォトレジスト層 15 の上に、記録ヘッド用の磁性材料からなる上部磁極層 16 を、例えば約 2 ~ 4  $\mu\text{m}$  の厚みに形成する。この上部磁極層 16 は、コンタクトホール 19 を介して磁性層 18 b と接触し、磁氣的に連結している。

【0073】次に、上部磁極層 16 をマスクとして、ドライエッチングにより、記録ギャップ層 9 を選択的にエ

17

ッティングする。次に、例えばアルゴンイオンミリングによって、下部磁極層の磁極部分 18 a を選択的に約 0.3~0.6  $\mu\text{m}$  程度エッチングして、図 12 (b) に示したようなトリム構造とする。次に、上部磁極層 16 の上に、例えばアルミナよりなるオーバーコート層 17 を、20~40  $\mu\text{m}$  の厚みに形成し、その表面を平坦化して、その上に、図示しない電極用パッドを形成する。最後に、スライダの研磨加工を行って、記録ヘッドおよび再生ヘッドのエアベアリング面を形成して、本実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドが完成する。

【0074】本実施の形態においても、上部磁極層 16 は、エアベアリング面側に配置される磁極部分 16 a と、コイル 12、14 に対向する位置に配置されるヨーク部分 16 b とを有している。磁極部分 16 a およびヨーク部分 16 b の形状は、第 1 の実施の形態と同様である。

【0075】本実施の形態では、下部磁極層の磁極部分 18 a と絶縁層 11 a、11 は、記録ギャップ層 9 側に平坦な面を形成する。また、磁極部分 18 a と絶縁層 11 a との境界領域の位置が、スロートハイトゼロ位置 TH0 となる。また、本実施の形態では、コイル 14 を絶縁するためのフォトレジスト層 15 によって形成されるエイベックス部の根元は、スロートハイトゼロ位置 TH0 よりも、エアベアリング面とは反対側に、例えば 2~3  $\mu\text{m}$  離れた位置に配置されている。

【0076】上部磁極層 16 の磁極部分 16 a とヨーク部分 16 b との境界領域は、下部磁極層の磁極部分 18 a と絶縁層 11 a、11 によって形成される平坦な面に対向する位置、すなわち平坦な記録ギャップ層 9 の上に配置されている。本実施の形態では、特に、上部磁極層 16 の磁極部分 16 a とヨーク部分 16 b との境界領域は、下部磁極層の磁極部分 18 a と絶縁層 11 a との境界領域に対応する位置、すなわちスロートハイトゼロ位置 TH0 に配置されている。

【0077】本実施の形態によれば、第 1 の実施の形態に比べて、エイベックス部の高さが低くなるので、上部磁極層 16 をより精度よく形成することが可能となる。

【0078】また、本実施の形態によれば、第 1 層目のコイル 12 と第 2 層目のコイル 14 との間に、記録ギャップ層 9 と任意の膜厚で形成可能な絶縁層 11 とを介挿することができるので、これらのコイル 12、14 間の絶縁耐圧を大きくすることができる。

【0079】また、本実施の形態によれば、CMP 工程が少ないと共に、一つの層で微細な上部磁極層 16 を形成することができるので、製造コストを低減することができる。

【0080】本実施の形態におけるその他の構成、作用および効果は、第 1 の実施の形態と同様である。

【0081】なお、本発明は、上記各実施の形態に限定されず、種々の変更が可能である。例えば、上記各実施

18

の形態では、上部磁極層 16 を一つの層で形成したが、磁極部分 16 a とヨーク部分 16 b とを別個の層で形成してもよい。

【0082】また、上記各実施の形態では、基体側に読み取り用の MR 素子を形成し、その上に、書き込み用の誘導型磁気変換素子を積層した構造の薄膜磁気ヘッドについて説明したが、この積層順序を逆にしてもよい。

【0083】つまり、基体側に書き込み用の誘導型磁気変換素子を形成し、その上に、読み取り用の MR 素子を形成してもよい。このような構造は、例えば、上記実施の形態に示した上部磁極層の機能を有する磁性膜を下部磁極層として基体側に形成し、記録ギャップ膜を介して、それに対向するように上記実施の形態に示した下部磁極層の機能を有する磁性膜を上部磁極層として形成することにより実現できる。この場合、誘導型磁気変換素子の上部磁極層と MR 素子の下部シールド層を兼用させることが好ましい。

【0084】なお、このような構造の薄膜磁気ヘッドでは、凹部を形成した基体を用いることが好ましい。そして、基体の凹部に、コイル部を形成することによって、薄膜磁気ヘッド自体の大きさをさらに縮小化することができる。

【0085】更に、異なる形態としては、誘導型磁気変換素子のコイル部を構成する各薄膜コイル間に形成される絶縁層を、全て無機絶縁層としてもよい。

【0086】また、本発明は、誘導型磁気変換素子のみを備え、この誘導型磁気変換素子によって読み取りと書き込みを行う薄膜磁気ヘッドにも適用することができる。

【0087】

【発明の効果】以上説明したように請求項 1 ないし 8 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項 9 ないし 17 のいずれかに記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第 1 の磁性層の第 1 の磁極部分と絶縁層とによってスロートハイトを決定すると共に、ギャップ層側に平坦な面を形成し、記録トラック幅を決定する幅を有する第 2 の磁極部分と、第 2 の磁極部分よりも大きい幅を有する第 2 のヨーク部分との境界領域を、第 1 の磁極部分と絶縁層によって形成される平坦な面に対向する位置に配置したので、磁極幅を小さくした場合においても、磁極幅の正確な制御と十分なオーバーライト特性を得ることが可能となると共に、平坦な面を形成する第 1 の磁極部分と絶縁層によってスロートハイトを決定するので、スロートハイトの正確な制御が可能になるという効果を奏する。

【0088】また、請求項 2 または 3 記載の薄膜磁気ヘッドもしくは請求項 10 または 11 記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第 2 のヨーク部分の第 2 の磁極部分側の端縁が、第 2 の磁極部分の端縁に対して、所定の角度をなして、幅方向外側へ広がるようにしたので、

更に、より磁極幅の正確な制御が可能になるという効果を奏する。

【0089】特に、請求項3記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項11記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、所定の角度を実質的に $90^\circ$ としたので、より一層磁極幅の正確な制御が可能となるという効果を奏する。

【0090】また、請求項6記載の薄膜磁気ヘッドまたは請求項14記載の薄膜磁気ヘッドの製造方法によれば、第2の磁極部分と第2のヨーク部分を一つの層で形成するようにしたので、更に、製造コストを低減できるという効果を奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図2】図1に続く工程を説明するための断面図である。

【図3】図2に続く工程を説明するための断面図である。

【図4】図3に続く工程を説明するための断面図である。

【図5】図4に続く工程を説明するための断面図である。

【図6】図5に続く工程を説明するための断面図である。

【図7】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの平面図である。

【図8】本発明の第1の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの斜視図である。

【図9】本発明の第2の実施の形態に係る薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図10】図9に続く工程を説明するための断面図である。

【図11】図10に続く工程を説明するための断面図である。

【図12】図11に続く工程を説明するための断面図である。

10 【図13】従来の薄膜磁気ヘッドの製造方法における一工程を説明するための断面図である。

【図14】図13に続く工程を説明するための断面図である。

【図15】図14に続く工程を説明するための断面図である。

【図16】図15に続く工程を説明するための断面図である。

【図17】図16に続く工程を説明するための断面図である。

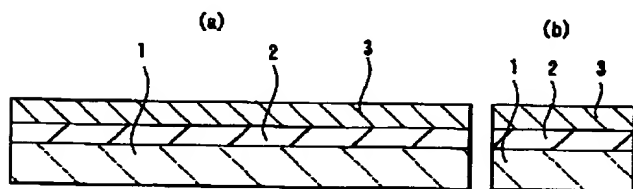
20 【図18】図17に続く工程を説明するための断面図である。

【図19】従来の薄膜磁気ヘッドの平面図である。

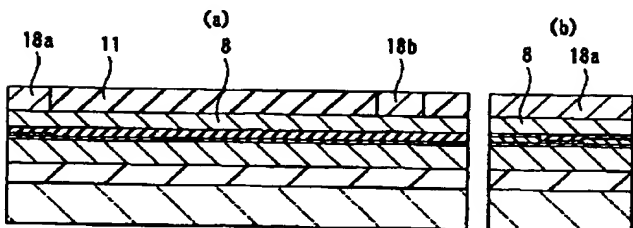
【符号の説明】

1…基板、2…絶縁層、3…下部シールド層、5…MR素子、8…ヨーク部分、9…記録ギャップ層、11…絶縁層、12、14…薄膜コイル、16…上部磁極層、16a…磁極部分、16b…ヨーク部分、17…オーバーコート層、18a…磁極部分。

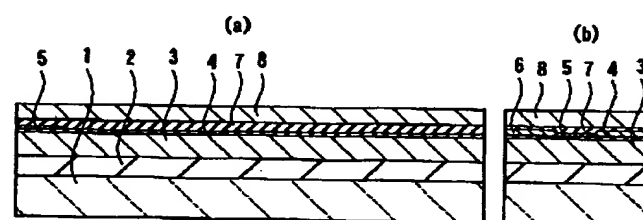
【図1】



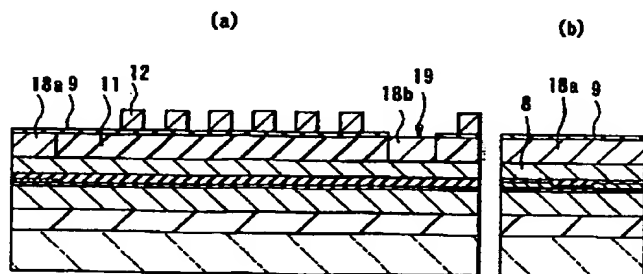
【図3】



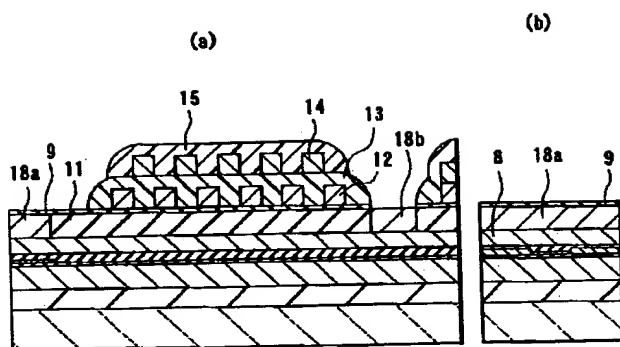
【図2】



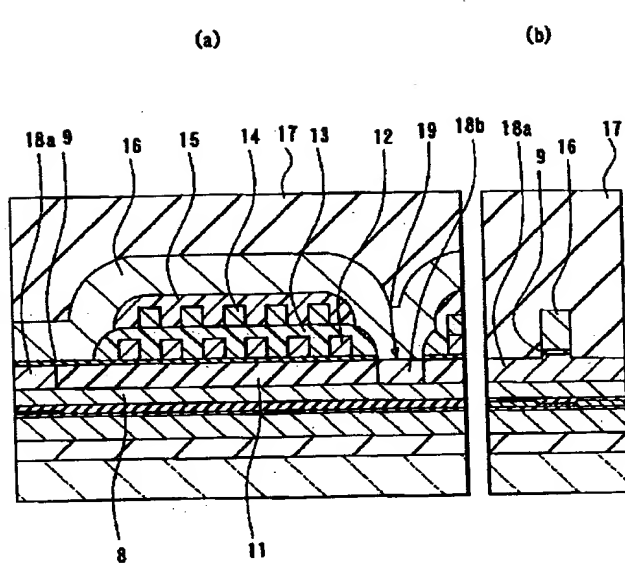
【図4】



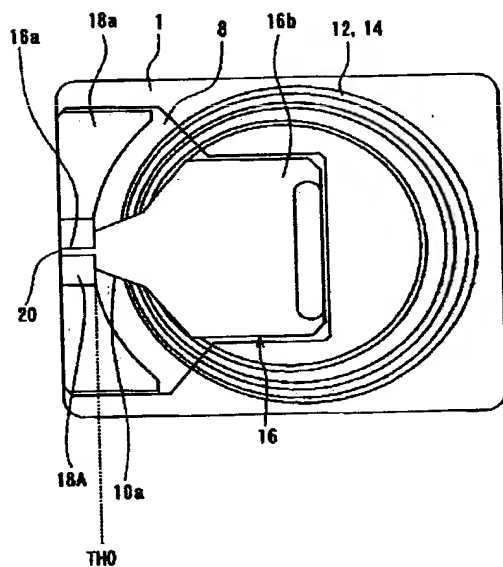
【図5】



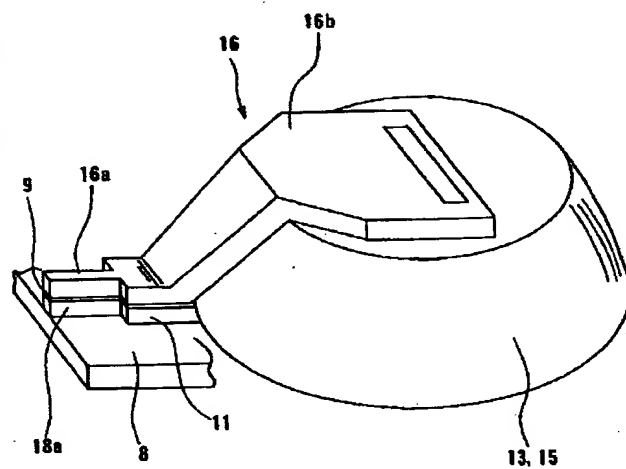
【図6】



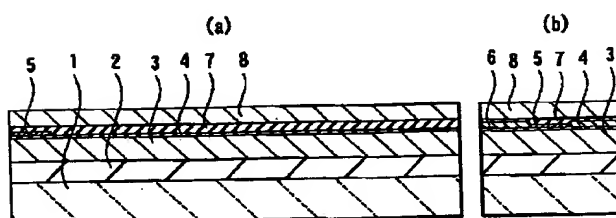
【図7】



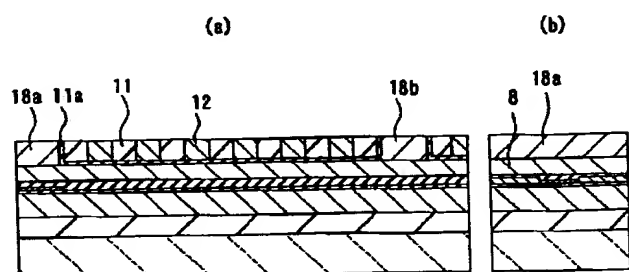
【図8】



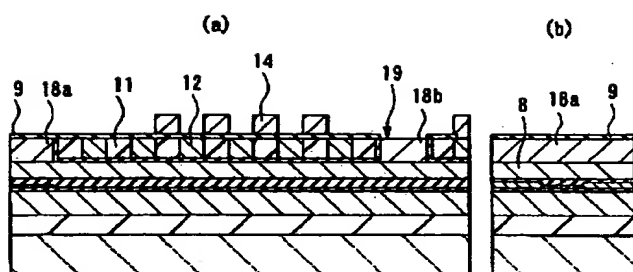
【図9】



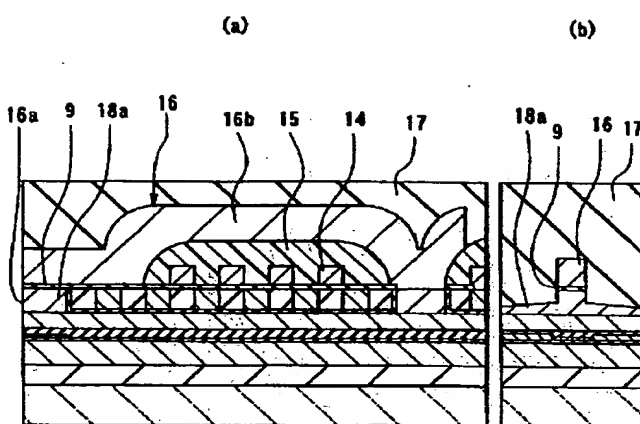
【図10】



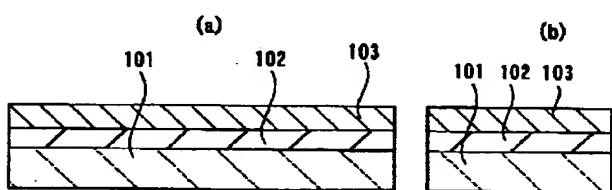
【図 1 1】



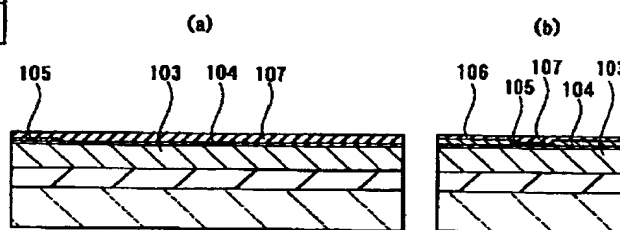
【図 1 2】



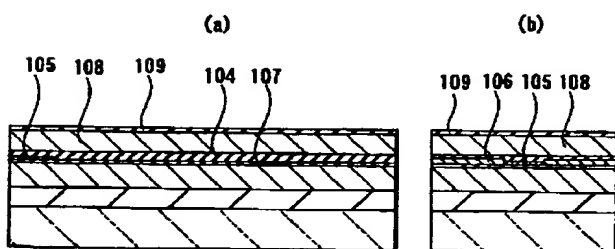
【図 1 3】



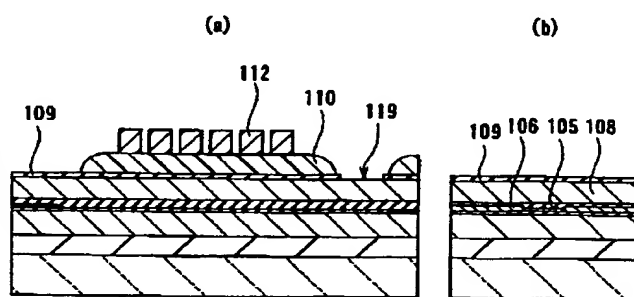
【図 1 4】



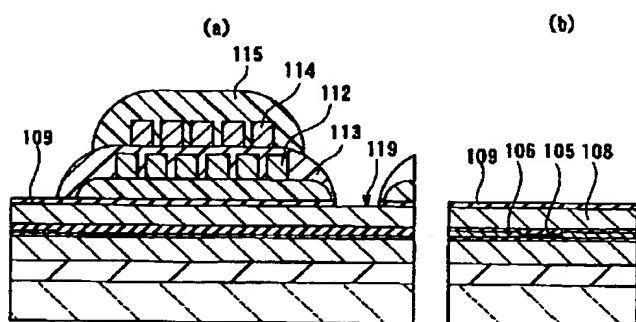
【図 1 5】



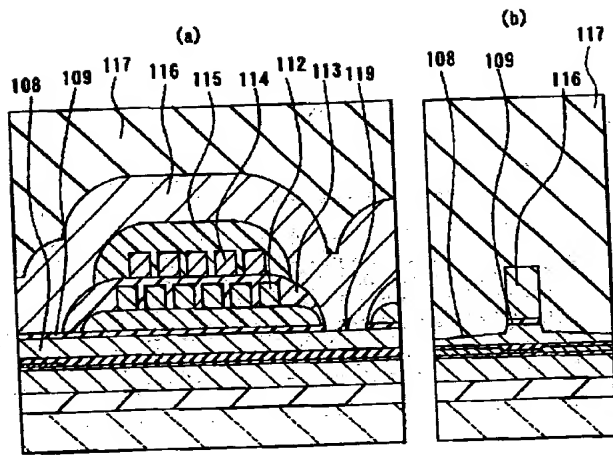
【図 1 6】



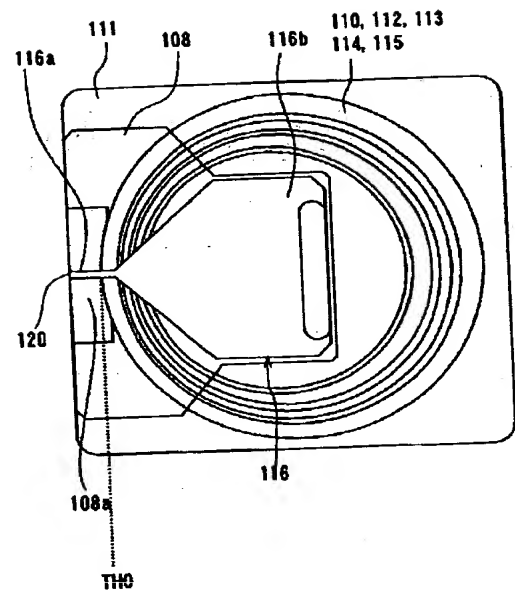
【図 1 7】



【図18】



【図19】



# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-149219  
 (43)Date of publication of application : 30.05.2000

(51)Int.Cl. G11B 5/31

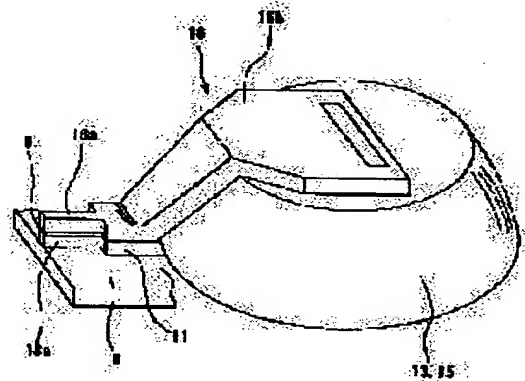
(21)Application number : 10-322629 (71)Applicant : TDK CORP  
 (22)Date of filing : 12.11.1998 (72)Inventor : SASAKI YOSHITAKA

## (54) THIN FILM MAGNETIC HEAD AND ITS MANUFACTURE

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make it possible to correctly control the magnetic pole width, to obtain satisfactory overwriting characteristics, and to make correctly controllable the throat height even in the case of reducing the magnetic pole width.

**SOLUTION:** A magnetic pole part 18a and an insulated layer 11 of a lower magnetic pole layer are formed on a yoke part 8 of the lower magnetic layer. The throat height is decided by a boundary between the magnetic pole part 18a and the insulated layer 11. Also, a flat surface is formed on the side of a recording gap layer 9 with the magnetic pole part 18a and the insulated layer 11. A magnetic pole part 16a having a depth deciding a recording track width and a yoke part 16b which is magnetically connected to the magnetic pole part 16a and has a larger width than that of the magnetic pole part 16a are included in an upper magnetic pole layer 16. A boundary between the magnetic pole part 16a and the yoke part 16b is arranged on the flat recording gap layer 9.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]  
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]  
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]  
 [Date of final disposal for application]  
 [Patent number]  
 [Date of registration]  
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]  
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office



**This Page Blank (uspto)**

---

**\* NOTICES \***

**Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

- [Claim 1] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including two magnetic pole portions which the part of the side which is connected magnetically and counters a record medium counters through a gap layer, respectively The induction-type MAG sensing element for writing which has the thin film coil arranged in the state where it insulated between these the 1st and 2nd magnetic layers It is the thin film magnetic head equipped with the above. the 1st magnetic layer of the above The 1st magnetic pole portion and the 1st yoke portion magnetically connected with this 1st magnetic pole portion are included. the 2nd magnetic layer of the above It connects with the 2nd magnetic pole portion which has the width of face which determines recording track width of face, and this 2nd magnetic pole portion magnetically. While determining throat height in contact with the magnetic pole portion of the above 1st further including the 2nd yoke portion which has larger width of face than the 2nd magnetic pole portion It has the insulating layer which forms a flat field in a gap layer side, and the border area of the magnetic pole portion of the above 2nd and the 2nd yoke portion is characterized by being arranged in the position which counters the flat field formed of the magnetic pole portion and the aforementioned insulating layer of the above 1st.
- [Claim 2] The edge by the side of the 2nd [ of the yoke portion of the above 2nd ] magnetic pole portion is the thin film magnetic head according to claim 1 characterized by having made the predetermined angle and having spread to the crosswise outside to the edge of the 2nd magnetic pole portion.
- [Claim 3] The aforementioned predetermined angle is the thin film magnetic head according to claim 2 characterized by being 90 degrees substantially.
- [Claim 4] The border area of the magnetic pole portion of the above 2nd and the 2nd yoke portion is the thin film magnetic head according to claim 1 to 3 characterized by being arranged in the position corresponding to the border area of the magnetic pole portion of the above 1st, and the aforementioned insulating layer.
- [Claim 5] The magnetic pole portion of the above 1st and the 1st yoke portion are the thin film magnetic head according to claim 1 to 4 characterized by the bird clapper from a separate layer.
- [Claim 6] The magnetic pole portion of the above 2nd and the 2nd yoke portion are the thin film magnetic head according to claim 1 to 5 characterized by the bird clapper from one layer.
- [Claim 7] The aforementioned thin film coil is the thin film magnetic head according to claim 1 to 6 characterized by being arranged between the aforementioned gap layer and the yoke portion of the above 2nd.
- [Claim 8] The aforementioned thin film coil is the thin film magnetic head according to claim 1 to 6 characterized by being divided and arranged between between the aforementioned gap layer and the yoke portions of the above 1st, the aforementioned gap layer, and the yoke portion of the above 2nd.
- [Claim 9] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including two magnetic pole portions which the part of the side which is connected magnetically and counters a record medium counters through a gap layer, respectively The induction-type MAG sensing element for writing which has the thin film coil arranged in the state where it insulated between these the 1st and 2nd magnetic layers While being the manufacture method of the thin film magnetic head equipped with the above and forming the 1st magnetic layer containing the 1st magnetic pole portion and the 1st yoke portion magnetically connected with this 1st magnetic pole portion The 1st process which forms the insulating layer which forms a flat field in a gap layer side while determining throat height in contact with the magnetic pole portion of the above 1st, The 2nd process which forms a gap layer on the magnetic pole portion of the above 1st, and the aforementioned insulating layer, The 3rd process which forms a thin film coil so that at least a part may be arranged on the aforementioned gap layer, The 4th process which forms the 2nd magnetic layer on the aforementioned gap layer and a thin film coil is included. the 2nd magnetic layer of the above It connects with the 2nd magnetic pole portion which has the width of face which determines recording track width of face, and this 2nd magnetic pole portion magnetically. At the 4th process of the above, it is characterized by arranging the border area of the magnetic pole portion of the above 2nd, and the 2nd yoke portion in the position which counters the flat field formed of the magnetic pole portion and the aforementioned insulating layer of the above 1st including the 2nd yoke portion which has larger width of face than the 2nd magnetic pole portion.
- [Claim 10] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 characterized by forming the 2nd magnetic layer so that the edge by the side of the 2nd [ of the yoke portion of the above 2nd ] magnetic pole portion may make a predetermined angle and may spread to a crosswise outside to the edge of the 2nd magnetic pole portion at the 4th process of the above.
- [Claim 11] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 10 characterized by making the aforementioned predetermined angle into 90 degrees substantially.
- [Claim 12] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 11 characterized

by arranging the border area of the magnetic pole portion of the above 2nd, and the 2nd yoke portion in the position corresponding to the border area of the magnetic pole portion of the above 1st, and the aforementioned insulating layer at the 4th process of the above.

[Claim 13] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 12 characterized by forming the magnetic pole portion of the above 1st, and the 1st yoke portion by the separate layer at the 1st process of the above.

[Claim 14] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 13 characterized by forming the magnetic pole portion of the above 2nd, and the 2nd yoke portion by one layer at the 4th process of the above.

[Claim 15] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 14 characterized by arranging the aforementioned thin film coil between the aforementioned gap layer and the yoke portion of the above 2nd at the 3rd process of the above.

[Claim 16] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 14 characterized by dividing and arranging the aforementioned thin film coil at the 3rd process of the above between between the aforementioned gap layer and the yoke portions of the above 1st, the aforementioned gap layer, and the yoke portion of the above 2nd.

[Claim 17] The manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 9 to 16 characterized by forming an insulating layer and carrying out flattening processing of the upper surface of the 1st magnetic layer and an insulating layer after that at the 1st process of the above after forming the 1st magnetic layer.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] this invention relates to the thin film magnetic head which writes in at least and has the induction-type MAG sensing element of business, and its manufacture method.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the improvement in a performance of the thin film magnetic head is called for with improvement in the field recording density of a hard disk drive unit. The compound-die thin film magnetic head of the structure which carried out the laminating of the reproducing head which reads as the thin film magnetic head with the recording head which has an induction-type MAG sensing element for writing, and has the magnetic-reluctance (it is hereafter described as MR (Magneto Resistive).) element of business is used widely. There are an AMR element using the anisotropy magnetic-reluctance (it is hereafter described as AMR (Anisotropic Magneto Resistive).) effect as a MR element and a GMR element using the huge magnetic-reluctance (it is hereafter described as GMR (Giant Magneto Resistive).) effect. It is only called an MR head and the AMR head or the reproducing head using the GMR element is called GMR head for the reproducing head using the AMR element. For the AMR head, field recording density is 1 gigabit / (inch) 2. It is used as the reproducing head which exceeds and, for a GMR head, field recording density is 3 gigabit / (inch) 2. It is used as the reproducing head which exceeds.

[0003] There are a method of changing MR film into the material or structure which was excellent in magnetic-reluctance sensitivity, such as the AMR film to a GMR film, as a method of raising the performance of the reproducing head, the method of optimizing MR height of MR film, etc. This MR height says the length (height) from the edge by the side of the pneumatic bearing side of MR element to the edge of an opposite side, and it is controlled by the amount of polishes in the case of processing of a pneumatic bearing side. In addition, the pneumatic bearing sides said here are the magnetic-recording medium of the thin film magnetic head, and a field which counters, and are also called truck side.

[0004] On the other hand, the improvement in a performance of a recording head is also called for with the improvement in a performance of the reproducing head. There is throat height (Throat Height: TH) as a factor which determines the performance of a recording head. Throat height says the length (height) from the edge by the side of a pneumatic bearing side of the portion which two magnetic pole layers counter through a record gap layer to the edge of an opposite side. Reduction-ization of throat height is desired for the improvement in a performance of a recording head. This throat height is also controlled by the amount of polishes in the case of processing of a pneumatic bearing side.

[0005] In order to raise recording density among the performances of a recording head, it is necessary to raise the track density in a magnetic-recording medium. It is necessary to realize the recording head of the \*\* truck structure which narrowed width of face in the pneumatic bearing side of the lower magnetic pole formed in the upper and lower sides on both sides of the record gap layer, and an up magnetic pole from several microns to submicron order, and for that, in order to attain this, semiconductor processing technology is used.

[0006] Here, with reference to drawing 13 or drawing 18, an example of the manufacture method of the compound-die thin film magnetic head is explained as an example of the manufacture method of the conventional thin film magnetic head. In addition, in drawing 13 or drawing 18, (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0007] By this manufacture method, first, as shown in drawing 13, the insulating layer 102 which consists of an alumina (aluminum 2O3) is deposited by the thickness of about about 5 micrometers on the substrate 101 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O3 and TiC). Next, the lower shield layer 103 for the reproducing heads which consists of a magnetic material is formed on an insulating layer 102 at the thickness of 2-3 micrometers.

[0008] Next, as shown in drawing 14, on the lower shield layer 103, the spatter deposition of the alumina is carried out at the thickness of 70-100nm, and the lower shield gap film 104 as an insulating layer is formed. Next, MR film for forming the MR element 105 for reproduction on the lower shield gap film 104 is formed in the thickness of dozens of nm. Next, a photoresist pattern is alternatively formed in the position which should form the MR element 105 on this MR film. At this time, the configuration which can perform a lift off easily, for example, a cross-section configuration, forms a T type photoresist pattern. Next, MR film is \*\*\*\*\*ed by ion milling by using a photoresist pattern as a mask, for example, the MR element 105 is formed. In addition, a GMR element is sufficient as the MR element 105, and the AMR element is sufficient

as it. Next, the electrode layer 106 of the couple electrically connected to the MR element 105 is formed in the thickness of dozens of nm by using the photoresist pattern same on the lower shield gap film 104 as a mask.

[0009] Next, the up shield gap film 107 as an insulating layer is formed on the lower shield gap film 104 and the MR element 105 at the thickness of 70–100nm, and the MR element 105 is laid underground in the shield gap film 104,107.

[0010] Next, as shown in drawing 15, on the up shield gap film 107, it consists of a magnetic material and the lower [ an up shield layer-cum-] magnetic pole layer (it is hereafter described as a lower magnetic pole layer.) 108 used to the both sides of the reproducing head and a recording head is formed at the thickness of about 3–3.5 micrometers. Next, the record gap layer 109 which consists of an insulator layer, for example, an alumina film, is formed on the lower magnetic pole layer 108 at the thickness of 0.2–0.3 micrometers.

[0011] Next, as shown in drawing 16, for magnetic-path formation, the record gap layer 109 is \*\*\*\*\*ed partially and a contact hole 119 is formed. Next, the photoresist layer 110 which determines throat height on the record gap layer 109 is formed in a predetermined pattern by the thickness of about 2 micrometers. Next, the thin film coil 112 of the 1st layer for the recording heads of an induction type is formed on a photoresist layer 110 at the thickness of about 2 micrometers.

[0012] Next, as shown in drawing 17, a photoresist layer 113 is formed on a photoresist layer 110 and a coil 112 at a predetermined pattern. Next, the thin film coil 114 of the 2nd layer is formed on a photoresist layer 113 at the thickness of about 2 micrometers. Next, a photoresist layer 115 is formed on a photoresist layer 113 and a coil 114 at a predetermined pattern. Next, in order to carry out flattening of the photoresist layer 115 top, it heat-treats at the temperature of about 250 degreeC.

[0013] Here, the portion which rose in the shape of [ which is formed by the coil 112,114 and the photoresist layer 110,113,115 ] a mountain is called apex section. Moreover, the inclination by the side of the pneumatic bearing side of this apex section is called apex angle. Generally an apex angle is 45 degrees – about 55 degrees. Formation of a recording track is attained by forming an up magnetic pole layer on the apex section.

[0014] Next, as shown in drawing 18, the up magnetic pole layer 116 which consists of a permalloy (NiFe) of the magnetic material for recording heads, for example, high saturation-magnetic-flux-density material, or FeN is formed on the record gap layer 109 and a photoresist layer 113,115 at the thickness of about 0.5–1.0 micrometers. Besides, through a contact hole 119, the section magnetic pole layer 116 contacted the lower magnetic pole layer 108, and is connected magnetically.

[0015] Next, it \*\*\*\*\*s by ion milling by using the up magnetic pole layer 116 as a mask in a part of record gap layer 109 and lower magnetic pole layer 108. Next, the overcoat layer 117 which consists of an alumina is formed on the up magnetic pole layer 116, flattening of the front face is carried out, and the pad for electrodes which is not illustrated is formed on it. Finally, a slider is machined, the pneumatic bearing side of a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head is completed. As shown in drawing 18 (b), the structure where some each side attachment walls of the up magnetic pole layer 116, the record gap layer 109, and the lower magnetic pole layer 108 were perpendicularly formed in the self-adjustment target is called trim (Trim) structure. According to this trim structure, the increase in the effective width of recording track by the breadth of the magnetic flux generated at the time of the writing of a \*\* truck can be prevented.

[0016] Drawing 19 is the plan of the thin film magnetic head manufactured as mentioned above. In addition, the overcoat layer 117 is omitted in drawing 19. As shown in drawing 19, the up magnetic pole layer 116 has magnetic pole partial 116a arranged at the pneumatic bearing side 120 side, and yoke partial 116b arranged in the position which counters a coil 112,114. The width of face of magnetic pole partial 116a determines recording track width of face. The part by the side of magnetic pole partial 116a in yoke partial 116b is formed in the shape of [ to which the magnetic pole partial 116a side becomes thin ] a taper. The rim of the portion of the shape of this taper is making 45 degrees as opposed to the field parallel to the pneumatic bearing side 120. Among drawing, in order that sign 108a may consider as trim structure, the lower magnetic pole layer 108 expresses the portion into which it \*\*\*\*\*s.

[0017] In addition, by the following explanation, the position of the edge by the side of the pneumatic bearing side of the insulating layer which determines throat height is called throat height zero position, and it expresses with a sign THO.

[0018]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] In order to enable high surface density record in recent years, it is required that recording track width of face (henceforth magnetic pole width of face), i.e., the width of face of a magnetic pole portion, should be made small, for example, submicron order or width of face not more than it which is 0.5 micrometers is desired. There is technology of dividing and forming an upper part [ former ] magnetic pole layer in a magnetic pole portion and a yoke portion as technology for realizing such narrow magnetic pole width of face.

[0019] By the way, as a method of forming an up magnetic pole layer, as shown in JP,7-262519,A, the frame galvanizing method is used, for example. When forming an up magnetic pole layer using the frame galvanizing method, on the whole, the thin electrode layer which consists of a permalloy is first formed by sputtering on method, on the whole, the thin electrode layer which consists of a permalloy is first formed by sputtering on the apex section which is the coil portion which rose in the shape of a mountain. Next, on it, a photoresist is applied, patterning is carried out according to a photolithography process, and the frame for plating (outer frame) is formed. And an up magnetic pole layer is formed by the galvanizing method by using as a seed layer the electrode layer formed previously.

[0020] However, there is the difference of elevation 7–10 micrometers or more in the apex section and other

portions, for example. On this apex section, a photoresist is applied by the thickness of 3–4 micrometers. Supposing the thickness of the photoresist on the apex section is at least 3-micrometer or more need, since the photoresist with a fluidity gathers for the method of a low, in the lower part of the apex section, a photoresist film with a thickness of 8–10 micrometers or more will be formed, for example.

[0021] In order to realize recording track width of face of submicron order as mentioned above, it is necessary to form the frame pattern of the width of face of submicron order with a photoresist film. When dividing and forming an up magnetic pole layer in a magnetic pole portion and a yoke portion and recording track width of face becomes submicron order, it is necessary to form not only a magnetic pole portion but a yoke portion by submicron order. Therefore, you have to form the detailed pattern of submicron order on the apex section with a photoresist film with the thickness of 8–10 micrometers or more. However, it was very difficult on the manufacturing process to form the photoresist pattern of such thick thickness by \*\* pattern width of face.

[0022] And at the time of exposure of a photolithography, the light for exposure reflects by the ground electrode layer as a seed layer, a photoresist exposes, collapse of a photoresist pattern etc. arises and a sharp and exact photoresist pattern is no longer obtained by this reflected light.

[0023] Thus, when magnetic pole width of face became submicron order conventionally, there was a trouble that it became difficult to form an up magnetic layer with a sufficient precision. Moreover, even when an up magnetic pole layer was divided and formed in a magnetic pole portion and a yoke portion, there was a trouble that it became difficult to form a yoke portion in the position corresponding to a magnetic pole portion with a sufficient precision.

[0024] For example, 5–10GB/(inch)<sup>2</sup> From the thin film magnetic head which has high field recording density, throat height is 0.6–0.9 micrometers, and specification which recording track width of face calls 0.7–1.0 micrometers (effective magnetic-track width of face is 0.8–1.2 micrometers) is required. However, it was difficult to control magnetic pole width of face by the conventional technology for an above-mentioned reason to be set to 0.7–1.0 micrometers (for effective magnetic-track width of face to be 0.8–1.2 micrometers).

[0025] Moreover, as conventionally shown in drawing 19, the portion from which the border area of magnetic pole partial 116a of the up magnetic pole layer 116 and yoke partial 116b, i.e., the width of face of the up magnetic pole layer 116, changes was arranged to the apex section side rather than the throat height zero position TH0. This is because it is difficult to form later yoke partial 116b of width of face on the slant face of the apex section. Hereafter, the reason is explained. If yoke partial 116b of larger width of face than recording track width of face is formed on the slant face of the apex section, you have to change suddenly the width of face of the up magnetic pole layer 116 from the later width of face in yoke partial 116b to the same width of face as the recording track width of face of submicron order in the position of the root of the apex section. However, when forming the up magnetic pole layer 116 using a photolithography, it was impossible to have changed width of face in this way. That is because it is the position of the root of the apex section and an exact photoresist pattern cannot be obtained by the reflected light from the slant face of the apex section at the time of exposure of a photolithography. Since the position of the root of the apex section is the throat height zero position TH0 conventionally, it is the throat height zero position TH0, and it will be said that width of face of the up magnetic pole layer 116 cannot be changed suddenly. It is from the throat height zero position TH0 that the width of face of magnetic pole partial 116a is correctly controllable from the position of 1–2-micrometer or more beyond in the pneumatic bearing side 120 side.

[0026] Therefore, throat height became long conventionally and there was a trouble that the write-in property called flux rise time which expresses the time of the over-writing property which is a property in the case of carrying out overwrite of the data, a nonlinear transition shift (NLTS), and the standup of a magnetic field with the upper shell pan already written in on the record medium was not improvable.

[0027] Moreover, conventionally, since the border area of magnetic pole partial 116a of the up magnetic pole layer 116 and yoke partial 116b is arranged to an apex section side rather than the throat height zero position TH0 Near the throat height zero position TH0, volume sufficient as an up magnetic pole layer 116 was not obtained, but magnetic flux was saturated near the throat height zero position TH0, and the phenomenon in which it became impossible for magnetic flux to fully reach to the nose of cam of a magnetic pole portion had occurred. As a result (the effective width of recording track is 1.0 micrometers), for example, recording track width of face of 0.8 micrometers, the value which shows an over-writing property turned into about 15–20dB and a low value, and there was a trouble that sufficient over-writing property was not securable. In addition, as an over-writing property, about 25–35dB is required.

[0028] Moreover, in the conventional thin film magnetic head, although the photoresist layer surrounding a coil has determined throat height, in two or more head elements formed in a wafer with this same photoresist layer, the pattern array is not made correctly and uniformly. Since it will \*\*\*\*\* together to the photoresist layer which has determined throat height in case it expands in case this photoresist layer is heat treatment, or the seed layer of a coil is \*\*\*\*\* by ion milling, the greatest reason is because it was difficult to arrange the position of the edge of the photoresist layer which determines throat height about two or more head elements arranged by the single tier. The alignment error of the pattern between two or more head elements arranged by the single tier is generated no less than 0.2–0.5 micrometers, when many.

[0029] Therefore, when the throat height of submicron order was required and polish processing of a pneumatic bearing side was conventionally performed to the bar with which it was started from the wafer and two or more head elements were arranged by the single tier, there was a trouble that many yield loss occurred by the heterogeneity of the throat height between head elements.

[0030] In addition, it arranges in the position which turned the nose of cam of an insulating layer in which a

coil is formed to the back gap (portion which an up-and-down magnetic pole layer contacts), and separated it from the throat height zero position at least 3 micrometers as a means of the densification of a recording track, or the thin film magnetic head which separated 10 micrometers or more of starting positions of a coil from the throat height zero position, and has arranged them is proposed by JP,8-877174,A. However, with such structure, magnetic-path length cannot become long, and neither the intensity of record magnetic field sufficient when the frequency of recording information is high, nor the chronocline of a standup can be obtained, but there is a trouble that the property of the thin film magnetic head deteriorates.

[0031] this invention was made in view of this trouble, and the purpose is to offer the thin film magnetic head which enabled exact control of throat height, and its manufacture method while making it possible exact control of magnetic pole width of face, and to acquire sufficient over-writing property, when magnetic pole width of face is made small.

[0032]

[Means for Solving the Problem] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including two magnetic pole portions which the part of the side which the thin film magnetic head of this invention is connected magnetically, and counters a record medium counters through a gap layer, respectively, It is the thin film magnetic head equipped with the induction-type MAG sensing element for writing which has the thin film coil arranged in the state where it insulated between these the 1st and 2nd magnetic layers. the 1st magnetic layer The 1st magnetic pole portion and the 1st yoke portion magnetically connected with this 1st magnetic pole portion are included. the 2nd magnetic layer It connects with the 2nd magnetic pole portion which has the width of face which determines recording track width of face, and this 2nd magnetic pole portion magnetically. While determining throat height in contact with the 1st magnetic pole portion further including the 2nd yoke portion which has larger width of face than the 2nd magnetic pole portion It has the insulating layer which forms a flat field in a gap layer side, and the border area of the 2nd magnetic pole portion and the 2nd yoke portion is arranged in the position which counters the flat field formed of the 1st magnetic pole portion and insulating layer. In addition, in this application, a border area means the field which shows the boundary of two portions, and a field with a certain amount of breadth is also included like [ when changing from one / the line which shows the boundary of two portions, or not only a cross section but / portion to the portion of another side gradually, in case the changing field is shown ].

[0033] The 1st and 2nd magnetic layers which consist of at least one layer including two magnetic pole portions which the part of the side which the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention is connected magnetically, and counters a record medium counters through a gap layer, respectively, It is the manufacture method of the thin film magnetic head equipped with the induction-type MAG sensing element for writing which has the thin film coil arranged in the state where it insulated between these the 1st and 2nd magnetic layers. The 1st magnetic pole portion, While forming the 1st magnetic layer containing the 1st yoke portion magnetically connected with this 1st magnetic pole portion The 1st process which forms the insulating layer which forms a flat field in a gap layer side while determining throat height in contact with the 1st magnetic pole portion, The 2nd process which forms a gap layer on the 1st magnetic pole portion and an insulating layer, The 3rd process which forms a thin film coil so that at least a part may be arranged on a gap layer, The 4th process which forms the 2nd magnetic layer on a gap layer and a thin film coil is included. the 2nd magnetic layer It connects with the 2nd magnetic pole portion which has the width of face which determines recording track width of face, and this 2nd magnetic pole portion magnetically. At the 4th process, the border area of the 2nd magnetic pole portion and the 2nd yoke portion is arranged including the 2nd yoke portion which has larger width of face than the 2nd magnetic pole portion in the position which counters the flat field formed of the 1st magnetic pole portion and insulating layer.

[0034] By the thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, while throat height is determined by the 1st magnetic pole portion and insulating layer of a magnetic layer, a flat field is formed in a gap layer side of them. [ 1st ] And the border area of the 2nd magnetic pole portion which has the width of face which determines recording track width of face, and the 2nd yoke portion which has larger width of face than the 2nd magnetic pole portion is arranged in the position which counters the flat field formed of the 1st magnetic pole portion and insulating layer.

[0035] Moreover, the edge by the side of the 2nd [ of the 2nd yoke portion ] magnetic pole portion makes a predetermined angle, and it is made to spread to a crosswise outside to the edge of the 2nd magnetic pole portion, for example by the thin film magnetic head or its manufacture method of this invention. As for a predetermined angle, it is desirable that it is at 90 degrees substantially.

[0036] Moreover, by the thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, the border area of the 2nd magnetic pole portion and the 2nd yoke portion is arranged in the position corresponding to the border area of the 1st magnetic pole portion and an insulating layer, for example.

[0037] Moreover, by the thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, the 1st magnetic pole portion and the 1st yoke portion are formed by the separate layer, for example.

[0038] Moreover, by the thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, the 2nd magnetic pole portion and the 2nd yoke portion are formed by one layer, for example.

[0039] Moreover, by the thin film magnetic head or its manufacture method of this invention, it may arrange between a gap layer and the 2nd yoke portion, and between a gap layer and the 1st yoke portion, a gap layer, and the 2nd yoke portion, it may divide and a thin film coil may be arranged, for example.

[0040] Moreover, by the manufacture method of the thin film magnetic head of this invention, at the 1st process, after forming the 1st magnetic layer, an insulating layer is formed and flattening processing of the upper surface of the 1st magnetic layer and an insulating layer is carried out after that, for example.

[0041]



[Embodiments of the Invention] Hereafter, the gestalt of operation of this invention is explained in detail with reference to a drawing.

[the gestalt of operation of the 1st of this invention] — with reference to drawing 1 or drawing 8, the manufacture method of the compound-die thin film magnetic head as the manufacture method of the thin film magnetic head concerning the gestalt of operation of the 1st of this invention is explained first. In addition, in drawing 1 or drawing 6, (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0042] By the manufacture method concerning the gestalt of this operation, first, as shown in drawing 1, the insulating layer 2 which consists of an alumina (aluminum 2O3) is deposited by the thickness of about 5 micrometers on the substrate 1 which consists of ARUTIKKU (aluminum 2O3 and TiC). Next, the lower shield layer 3 for the reproducing heads which consists of a magnetic material, for example, a permalloy, is formed on an insulating layer 2 at the thickness of about 3 micrometers. The lower shield layer 3 uses for example, a photoresist film as a mask, and forms it alternatively on an insulating layer 2 by the galvanizing method. Next, although not illustrated, the insulating layer which consists of an alumina is ground to the whole until it forms in the thickness of 4–6 micrometers, for example, the lower shield layer 3 is exposed with CMP (chemical machinery polish), and flattening of the front face is carried out to it.

[0043] Next, as shown in drawing 2, on the lower shield layer 3, the spatter deposition of an alumina or the CHITSU-ized aluminum is carried out at the thickness of 70–100nm, and the lower shield gap film 4 as an insulating layer is formed. Next, MR film for forming the MR element 5 for reproduction on the lower shield gap film 4 is formed in the thickness of dozens of nm. Next, a photoresist pattern is alternatively formed in the position which should form the MR element 5 on this MR film. At this time, the configuration which can perform a lift off easily, for example, a cross-section configuration, forms a T type photoresist pattern. Next, MR film is \*\*\*\*\*ed by ion milling by using a photoresist pattern as a mask, for example, the MR element 5 is formed. In addition, a GMR element is sufficient as the MR element 5, and the AMR element is sufficient as it. Next, the electrode layer 6 of the couple electrically connected to the MR element 5 is formed in the thickness of dozens of nm by using the photoresist pattern same on the lower shield gap film 4 as a mask. Next, the up shield gap film 7 as an insulating layer is formed on the lower shield gap film 4 and the MR element 5 at the thickness of 70–100nm, and the MR element 5 is laid underground in the shield gap film 4 and 7. Next, on the up shield gap film 7, it consists of a magnetic material and the yoke portion 8 of the lower [an up shield layer-cum-] magnetic pole layer (it is hereafter described as a lower magnetic pole layer.) used to the both sides of the reproducing head and a recording head is alternatively formed by the thickness of about 1.0–1.5 micrometers.

[0044] Next, as shown in drawing 3, magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer and magnetic layer 18b for magnetic-path formation are alternatively formed by the thickness of 2.0–2.5 micrometers by the magnetic material on the yoke portion 8. With a pneumatic bearing side, the position of the edge of an opposite side forms the magnetic pole portion 18 so that it may come near the position of the edge of an opposite side with the pneumatic bearing side of the MR element 5. Using the material of NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight) and NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material, magnetic pole partial 18a and magnetic layer 18b may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material.

[0045] Next, the insulating layer 11 which consists of an alumina is formed in the whole by the thickness of about 3–4 micrometers. Next, for example by CMP, an insulating layer 11 is ground and flattening of the front face is carried out until magnetic pole partial 18a and magnetic layer 18b are exposed. With the gestalt of this operation, the position of the border area of magnetic pole partial 18a and an insulating layer 11 turns into the throat height zero position TH0.

[0046] Next, as shown in drawing 4, the record gap layer 9 which consists of an insulating material is formed by the thickness of 0.2–0.3 micrometers on an insulating layer 11, magnetic pole partial 18a, and magnetic layer 18b. Generally as an insulating material used for the record gap layer 9, there are an alumina, aluminum nitride, silicon oxide system material, and silicon nitride system material.

[0047] Next, for magnetic-path formation, in the portion on magnetic layer 18b, the record gap layer 9 is \*\*\*\*\*ed partially and a contact hole 19 is formed.

[0048] Next, in the portion on an insulating layer 11, the thin film coil 12 of the 1st layer for the recording heads of an induction type is formed on the record gap layer 9 at the thickness of 1.5–2.0 micrometers.

[0049] Next, as shown in drawing 5, a photoresist layer 13 is formed on the record gap layer 9 and a coil 12 at a predetermined pattern. Next, in order to carry out flattening of the photoresist layer 13 top, it heat-treats at the temperature of 250 degreeC. Next, the thin film coil 14 of the 2nd layer is formed on a photoresist layer 13 at the thickness of 1.5–2.0 micrometers. Next, a photoresist layer 15 is formed on a photoresist layer 13 and a coil 14 at a predetermined pattern. Next, in order to carry out flattening of the photoresist layer 15 top, it heat-treats at the temperature of 250 degreeC.

[0050] Next, as shown in drawing 6, the up magnetic pole layer 16 which consists of a magnetic material for recording heads is formed on the record gap layer 9 and photoresist layers 13 and 15 at the thickness of about 2–4 micrometers. Besides, the section magnetic pole layer 16 contacted magnetic layer 18b through the contact hole 19, and is connected magnetically. Using the material of NiFe (nickel:80 % of the weight, Fe:20 % of the weight) and NiFe (nickel:45 % of the weight, Fe:55 % of the weight) which is high saturation-magnetic-flux-density material, the up magnetic pole layer 16 may be formed by the galvanizing method, and may be formed by the spatter using material, such as FeN, FeZrN, etc. which are high

saturation-magnetic-flux-density material. In addition, you may use CoFe, Co system amorphous material, etc. which are high saturation-magnetic-flux-density material. Moreover, it is good also as structure which laid the insulator layer of an inorganic system, and magnetic layers, such as a permalloy, on top of many layers for the up magnetic pole layer 16 because of an improvement of a RF property.

[0051] Next, the record gap layer 9 is alternatively \*\*\*\*\* by dry etching by using the up magnetic pole layer 16 as a mask. the dry etching at this time — for example, BCl<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, CF<sub>4</sub>, and SH<sub>6</sub> etc. — reactive ion etching (RIE) using gas is used Next, it considers as trim structure as \*\*\*\*\* about 0.3–0.6 micrometers alternatively and showed magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer to drawing 6 (b), for example by argon ion milling. According to this trim structure, the increase in the effective width of recording track by the breadth of the magnetic flux generated at the time of the writing of a \*\* truck can be prevented. Next, on the up magnetic pole layer 16, the overcoat layer 17 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20–40 micrometers, flattening of the front face is carried out, and the pad for electrodes which is not illustrated on it is formed. Finally, polish processing of a slider is performed, the pneumatic bearing side of a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0052] With the gestalt of this operation, a lower magnetic pole layer (8 18a) is equivalent to the 1st magnetic layer in this invention, and the up magnetic pole layer 16 is equivalent to the 2nd magnetic layer in this invention.

[0053] The plan of the thin film magnetic head which drawing 7 requires for the gestalt of this operation manufactured as mentioned above, and drawing 8 are the perspective diagrams of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation. The overcoat layer 17 is omitted in any drawing. In addition, in drawing 7, among drawing, in order that sign 18A may consider as trim structure, magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer expresses the portion into which it \*\*\*\*\*.

[0054] As shown in drawing 7 and drawing 8, the up magnetic pole layer 16 has magnetic pole partial 16a arranged at the pneumatic bearing side 20 side, and yoke partial 16b arranged in the position which counters coils 12 and 14. The width of face of magnetic pole partial 16a determines recording track width of face. The width of face of yoke partial 16b is larger than the width of face of magnetic pole partial 16a. The part by the side of magnetic pole partial 16a in yoke partial 16b is formed in the shape of [ to which the magnetic pole partial 16a side becomes thin ] a taper.

[0055] With the gestalt of this operation, the insulating layer 11 which touches magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer and this forms a flat field in the record gap layer 9 side. Moreover, the position of the border area of magnetic pole partial 18a and an insulating layer 11 turns into the throat height zero position TH0. Moreover, with the gestalt of this operation, the root of the apex section formed of the photoresist layers 13 and 15 for insulating coils 12 and 14 is arranged in the pneumatic bearing side 20 rather than the throat height zero position TH0 in the position left 2–3 micrometers to the opposite side, for example.

[0056] The border area of magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16 and yoke partial 16b is arranged on the position 9 which counters the flat field formed of magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer, and an insulating layer 11, i.e., a flat record gap layer. With the gestalt of this operation, especially the border area of magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16 and yoke partial 16b is arranged in the position TH0 corresponding to the border area of magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer, and an insulating layer 11, i.e., a throat height zero position.

[0057] Moreover, with the gestalt of this operation, to the edge of magnetic pole partial 16a, the edge by the side of magnetic pole partial 16a of yoke partial 16b of the up magnetic pole layer 16 made the predetermined angle, and has spread to the crosswise outside. As for a predetermined angle, it is desirable that it is 90 degrees substantially. Here, the design value in the case of patterning of the up magnetic pole layer 16 is a meaning of 90 degrees, and "it is 90 degrees substantially" contains, when it shifts from 90 degrees somewhat by collapse of a photoresist pattern etc.

[0058] Thus, with the gestalt of this operation, since the border area of magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16 and yoke partial 16b is arranged on a flat field, magnetic pole partial 16a which determines recording track width of face can be formed with a sufficient precision. Moreover, since the position of the border area of magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16 and yoke partial 16b has separated about 2–3 micrometers from the root of the apex section, influence's of the reflected light of the direction of slant from the apex section in a photolithography process to the photoresist pattern for forming magnetic pole partial 16a and a longitudinal direction decreases, and becomes possible [ forming magnetic pole partial 16a with a sufficient precision also from this point ]. Therefore, according to the gestalt of this operation, even if recording track width of face becomes small less than [ submicron order or it ], exact control of magnetic pole width of face is attained.

[0059] moreover — the gestalt of this operation — the edge by the side of magnetic pole partial 16a of yoke partial 16b of the up magnetic pole layer 16 — the edge of magnetic pole partial 16a — receiving — a predetermined angle — 90 degrees was made preferably and it has spread to the crosswise outside. Thereby, according to the gestalt of this operation, when magnetic pole width of face is made small, more exact control of magnetic pole width of face is attained. The reason is explained below.

[0060] In case the up magnetic pole layer 16 is formed, according to a photolithography process, using a mask, a photoresist is exposed alternatively and carries out patterning. In this case, the reflected light of the direction of slant from the apex section and a longitudinal direction had become a problem conventionally. With the gestalt of this operation, [ near the throat height zero position TH0 ], the up magnetic pole layer 16 is formed so that the edge may spread on the crosswise outside. Therefore, the great portion of reflected

light of the direction of slant from the apex section and a longitudinal direction can reduce the influence which it has on the field for stopping reaching to the field for forming magnetic pole partial 16a, and the reflected light of the direction of slant from the apex section and a longitudinal direction forming magnetic pole partial 16a from the position of the edge which spreads on the crosswise outside. Consequently, it can suppress that the width of face of the photoresist pattern in the field for forming magnetic pole partial 16a spreads.

[0061] Thus, according to the gestalt of this operation, when magnetic pole width of face is made small, magnetic pole partial 16a which has fixed width of face can be formed with a sufficient precision.

[0062] Moreover, throat height is decided by the gestalt of this operation in the border area of magnetic pole partial 18a of not the photoresist layer surrounding a coil but a lower magnetic pole layer, and the insulating layer 11 using the alumina etc. Magnetic pole partial 18a can be correctly formed by patterning for example, by the galvanizing method. Therefore, throat height can be made uniform about two or more head elements arranged by the single tier within the wafer. Moreover, magnetic pole partial 18a does not expand in the case of heat treatment of the photoresist layer for insulating a coil. Furthermore, since the circumference is enclosed by the insulating layer 11, in case magnetic pole partial 18a \*\*\*\*\*s by ion milling, magnetic pole partial 18a does not deform it for the seed layer of a coil. Therefore, the position of the border area of magnetic pole partial 18a and an insulating layer 11 is not changed. Thus, according to the gestalt of this operation, even when the throat height of submicron order or the order not more than it is required, it can become possible to form throat height with a uniformly sufficient precision, and the yield of a product can be raised.

[0063] Moreover, according to the gestalt of this operation, since the border area of magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16 and yoke partial 16b has been arranged in the throat height zero position TH0, volume of a magnetic layer [ near the throat height zero position TH0 ] can be enlarged, and it becomes possible to prevent the saturation of magnetic flux / near the throat height zero position TH0 ]. Therefore, according to the gestalt of this operation, when magnetic pole width of face is made small, sufficient over-writing property can be acquired. Without saturating magnetic flux on the way by forming magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16, and magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer especially using high saturation-magnetic-flux-density material, a magnetic pole portion can be reached effectively and an efficient recording head with little loss of magnetomotive force can be realized.

[0064] Moreover, according to the gestalt of this operation, since the detailed up magnetic pole layer 16 can be formed in one layer, a manufacturing cost can be reduced.

[0065] Moreover, since the insulating layer 11 of the inorganic system from which thin and sufficient isolation voltage is obtained is formed between coils 12 and 14 and the yoke portion 8 of a lower magnetic pole layer according to the gestalt of this operation, while the insulation between coils 12 and 14 and a lower magnetic pole layer can be raised and \*\*\*\*\* can do the yield, the leakage of the magnetic flux from coils 12 and 14 can be reduced.

[0066] By the way, the distance between the periphery edge of a coil and a throat height zero position was large by existence of the ramp of a photoresist pattern which is arranged conventionally at the coil bottom and determines throat height. On the other hand, according to the gestalt of this operation, since the coil 12 is formed on the flat record gap layer 9, there is no bird clapper greatly [ the distance between the periphery edge of a coil and a throat height zero position ] as mentioned above. Therefore, according to the gestalt of this operation, magnetic-path length can be shortened and it becomes possible to shorten magnetic-path length about 20% [ the case where the photoresist pattern which determines throat height as the coil bottom exists ]. Consequently, it becomes possible to raise a RF property.

[0067] With reference to [the gestalt of operation of the 2nd of this invention] next drawing 9 , or drawing 12 , the gestalt of operation of the 2nd of this invention is explained. In addition, in drawing 9 or drawing 12 , (a) shows a cross section perpendicular to a pneumatic bearing side, and (b) shows the cross section parallel to the pneumatic bearing side of a magnetic pole portion.

[0068] As shown in drawing 9 by the manufacture method of the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation, the process to formation of the yoke portion 8 of a lower magnetic pole layer is the same as the gestalt of the 1st operation. In the gestalt of this operation, as shown in drawing 10 after that, magnetic layer 18b for magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer and magnetic-path formation by the magnetic material is alternatively formed by the thickness of 2.0-2.5 micrometers on the yoke portion 8.

[0069] Next, insulating-layer 11a which consists of an alumina is formed on the yoke portion 8 at the thickness of about 0.3-0.7 micrometers. Next, the thin film coil 12 of the 1st layer is formed on insulating-layer 11a at the thickness of 1.5-2.0 micrometers. Next, the insulating layer 11 which consists of an alumina is formed in the whole by the thickness of about 3-5 micrometers. Next, for example by CMP, an insulating layer 11 is ground and flattening of the front face is carried out until magnetic pole partial 18a and magnetic layer 18b are exposed. With the gestalt of this operation, the position of the border area of magnetic pole partial 18a and insulating-layer 11a turns into the throat height zero position TH0.

[0070] Next, as shown in drawing 11 , the record gap layer 9 which consists of an insulating material is formed by the thickness of 0.2-0.3 micrometers on an insulating layer 11, magnetic pole partial 18a, and magnetic layer 18b. Next, for magnetic-path formation, in the portion on magnetic layer 18b, the record gap layer 9 is \*\*\*\*\*ed partially and a contact hole 19 is formed. Next, the thin film coil 14 of the 2nd layer is formed on the record gap layer 9 at the thickness of 1.5-2.0 micrometers.

[0071] Next, as shown in drawing 12 , a photoresist layer 15 is formed on the record gap layer 9 and a coil 14 at a predetermined pattern. Next, in order to carry out flattening of the photoresist layer 15 top, it

heat-treats at the temperature of 250 degreeC.

[0072] Next, the up magnetic pole layer 16 which consists of a magnetic material for recording heads is formed on the record gap layer 9 and a photoresist layer 15 at the thickness of about 2-4 micrometers. Besides, the section magnetic pole layer 16 contacted magnetic layer 18b through the contact hole 19, and is connected magnetically.

[0073] Next, the record gap layer 9 is alternatively \*\*\*\*\* by dry etching by using the up magnetic pole layer 16 as a mask. Next, it considers as trim structure as \*\*\*\*\* about 0.3-0.6 micrometers alternatively and showed magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer to drawing 12 (b), for example by argon ion milling. Next, on the up magnetic pole layer 16, the overcoat layer 17 which consists of an alumina is formed in the thickness of 20-40 micrometers, flattening of the front face is carried out, and the pad for electrodes which is not illustrated on it is formed. Finally, polish processing of a slider is performed, the pneumatic bearing side of a recording head and the reproducing head is formed, and the thin film magnetic head concerning the gestalt of this operation is completed.

[0074] Also in the gestalt of this operation, the up magnetic pole layer 16 has magnetic pole partial 16a arranged at a pneumatic bearing side side, and yoke partial 16b arranged in the position which counters coils 12 and 14. The configuration of magnetic pole partial 16a and yoke partial 16b is the same as that of the gestalt of the 1st operation.

[0075] With the gestalt of this operation, magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer and insulating layers 11a and 11 form a flat field in the record gap layer 9 side. Moreover, the position of the border area of magnetic pole partial 18a and insulating-layer 11a turns into the throat height zero position TH0. Moreover, with the gestalt of this operation, the root of the apex section formed of the photoresist layer 15 for insulating a coil 14 is arranged with the pneumatic bearing side rather than the throat height zero position TH0 in the position left 2-3 micrometers to the opposite side, for example.

[0076] The border area of magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16 and yoke partial 16b is arranged on the position 9 which counters the flat field formed of magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer, and insulating layers 11a and 11, i.e., a flat record gap layer. With the gestalt of this operation, especially the border area of magnetic pole partial 16a of the up magnetic pole layer 16 and yoke partial 16b is arranged in the position TH0 corresponding to the border area of magnetic pole partial 18a of a lower magnetic pole layer, and insulating-layer 11a, i.e., a throat height zero position.

[0077] According to the gestalt of this operation, since the height of the apex section becomes low compared with the gestalt of the 1st operation, it becomes possible to form the up magnetic pole layer 16 with a more sufficient precision.

[0078] Moreover, according to the gestalt of this operation, since the record gap layer 9 and the insulating layer 11 which can be formed by arbitrary thickness can be inserted between the coil 12 of the 1st layer, and the coil 14 of the 2nd layer, isolation voltage between these coils 12 and 14 can be enlarged.

[0079] Moreover, since according to the gestalt of this operation the detailed up magnetic pole layer 16 can be formed in one layer while there are few CMP processes, a manufacturing cost can be reduced.

[0080] The composition of others in the gestalt of this operation, the operation, and the effect are the same as the gestalt of the 1st operation.

[0081] In addition, this invention is not limited to the gestalt of each above-mentioned implementation, but various change is possible for it. For example, in the gestalt of each above-mentioned implementation, although the up magnetic pole layer 16 was formed in one layer, you may form magnetic pole partial 16a and yoke partial 16b in a separate layer.

[0082] Moreover, although the gestalt of each above-mentioned implementation explained the thin film magnetic head of the structure which read to the base side, formed MR element of business, and carried out the laminating of the induction-type MAG sensing element for writing on it, you may make this built-up sequence reverse.

[0083] That is, it may write in a base side, the induction-type MAG sensing element of business may be formed, and MR element for reading may be formed on it. Such structure is realizable by forming in a base side by using as a lower magnetic pole layer the magnetic film which has the function of the up magnetic pole layer shown in the gestalt of the above-mentioned implementation for example, and forming the magnetic film which has the function of the lower magnetic pole layer it was indicated to the gestalt of the above-mentioned implementation that countered it as an up magnetic pole layer through a record gap film. In this case, it is desirable to make the up magnetic pole layer of an induction-type MAG sensing element and the lower shield layer of MR element make it serve a double purpose.

[0084] In addition, it is desirable to use the base in which the crevice was formed, in such the thin film magnetic head of structure. And the size of the thin film magnetic head itself can be further reduction-ized by forming the coil section in the crevice of a base.

[0085] Furthermore, it is good also considering all the insulating layers formed as a different gestalt between each thin film coil which constitutes the coil section of an induction-type MAG sensing element as an inorganic insulating layer.

[0086] Moreover, this invention can be equipped only with an induction-type MAG sensing element, and can apply it also to the thin film magnetic head which performs reading and writing by this induction-type MAG sensing element.

[0087]

[Effect of the Invention] As explained above, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 1 to 8 or the thin film magnetic head according to claim 9 to 17 While the 1st magnetic pole portion and insulating layer of a magnetic layer determine throat height, [ 1st ] The 2nd

magnetic pole portion which has the width of face which forms a flat field and determines recording track width of face as a gap layer side, Since the border area with the 2nd yoke portion which has larger width of face than the 2nd magnetic pole portion has been arranged in the position which counters the flat field formed of the 1st magnetic pole portion and insulating layer When magnetic pole width of face is made small, while becoming possible to acquire exact control of magnetic pole width of face, and sufficient over-writing property Since the 1st magnetic pole portion and insulating layer which form a flat field determine throat height, the effect that exact control of throat height is attained is done so.

[0088] Moreover, since the edge by the side of the 2nd [ of the 2nd yoke portion ] magnetic pole portion makes a predetermined angle and it was made to spread to a crosswise outside to the edge of the 2nd magnetic pole portion according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 2 or 3 or the thin film magnetic head according to claim 10 or 11, the effect that exact control of magnetic pole width of face is attained further more is done so.

[0089] Since the predetermined angle was especially made into 90 degrees substantially according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 3 or the thin film magnetic head according to claim 11, the effect that exact control of magnetic pole width of face is attained much more is done so.

[0090] Moreover, according to the manufacture method of the thin film magnetic head according to claim 6 or the thin film magnetic head according to claim 14, since the 2nd magnetic pole portion and the 2nd yoke portion were formed in one layer, the effect that a manufacturing cost can be reduced is further done so.

---

[Translation done.]

**This Page Blank (uspto)**